



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
GRADO INGENIERÍA DE SISTEMAS AUDIOVISUALES

TRABAJO FIN DE GRADO

DESARROLLO DE UNA APP INTEGRANDO REALIDAD AUMENTADA PARA EJERCITAR LA MEMORIA

Autor: Víctor Rodrigo Pajares

Tutor: David Griol Barres

Madrid, febrero de 2018

RESUMEN

En la sociedad actual es necesario que las personas almacenen grandes cantidades de información en poco tiempo. Nos vemos obligados a hacer un uso cada vez más exhaustivo de la memoria, tanto a corto plazo para el día a día, como a medio y largo plazo como herramienta de aprendizaje.

Gracias a los avances en tecnología e ingeniería que se han dado en los últimos años, se cumple que los teléfonos móviles inteligentes (Smartphones) progresan rápidamente en cuanto a velocidad de procesado, y a su vez, se desarrollan nuevos programas que aprovechan esta potencia. Uno de estos desarrollos es la Realidad Aumentada, que ofrece la visión de un entorno del mundo real a través de la cámara del dispositivo, combinándolo con elementos virtuales. Se logra así crear una realidad aumentada en tiempo real.

En este Trabajo Fin de Grado se presenta el desarrollo de una aplicación Android para entrenar la memoria del usuario de forma entretenida. Para ello, se ha desarrollado un videojuego en JavaScript integrado en la aplicación Android, que utiliza la Realidad Aumentada mediante la librería Wikitude. Con el objetivo de incorporar este tipo de tecnología en procesos educativos que ayuden al alumno a memorizar contenido específico de forma amena.

En este proyecto se ha implementado la herramienta con parejas de imágenes de cartas de póker como información a memorizar. Pero estas imágenes se pueden actualizar para que representen materia de diversos campos de educación, como por ejemplo relacionar una formulación química con su nomenclatura, el principio de una teoría con su autor o una palabra en inglés con su traducción al castellano.

Palabras clave: Entrenamiento de la memoria, dispositivos móviles, Realidad Aumentada, Android, Wikitude, JavaScript, educación.

SUMMARY

In today's society it is necessary for people to store large amounts of information in a short time. We are forced to make an increasingly exhaustive use of memory, both in the short term for day to day, and in the medium and long term as a learning tool.

Thanks to the advances in technology and engineering that have occurred in recent years, it is true that smart mobile phones (Smartphones) progress rapidly in terms of processing speed, and in turn, new programs are developed that take advantage of this power. One of these developments is the Augmented Reality, which offers the vision of a real world environment through the camera of the device, combining it with virtual elements. It is thus achieved to create an augmented reality in real time.

In this Final Project is presented the development of an Android application to train the user's memory in an entertaining way. For this, a videogame has been developed in JavaScript integrated in the Android application, which uses Augmented Reality through the Wikitude library. With the target of incorporating this type of technology in educational processes that help the student to memorize specific content in an entertaining way.

In this project, the tool has been implemented with pairs of poker card images as information to be memorized. But these images can be updated to represent subject matter from various fields of education, such as relating a chemical formulation with its nomenclature, the principle of a theory with its author or a word in English with its translation into Spanish.

Key words: Memory training, mobile devices, Augmented Reality, Android, Wikitude, JavaScript, education.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Contexto.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Recursos Utilizados	2
1.4 Estructura del Documento	4
ESTADO DEL ARTE	5
2.1 Android.....	5
2.1.1 Sistema operativo	5
2.1.2 Versión mínima y objetivo	6
2.1.3 Realidad Aumentada en Android	8
2.2 Wikitude SDK.....	11
2.3 Juegos para ejercitar la memoria	12
2.4 Marco regulatorio	12
DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN	14
3.1 Nombre y diseño.....	14
3.2 Menús y ventanas.....	14
3.2.1 Menú principal.....	14
3.2.2 Ventana Juego	15
3.2.3 Ventana de configuración.....	18
3.2.4 Ventana de instrucciones	19
3.3 Instrucciones del juego	20
FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN	22
4.1 Opciones	22
4.2 Lógica del juego.....	22
4.3 Requisitos específicos y recomendaciones	24
4.3.1 Requisitos técnicos	24
4.3.2 Requisitos ambientales	25
EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	26
5.1 Metodología de evaluación.....	26

5.2	Análisis de resultados	35
CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO		43
6.1	Conclusiones	43
6.2	Mejoras	44
GESTIÓN DEL PROYECTO		46
7.1	Planificación	46
7.2	Presupuesto	47
7.2.1	Personal	48
7.2.2	Recursos utilizados	48
ANEXO A: ENGLISH SUMMARY		50
Android.....		50
Operating system		50
Minimum and target version		51
Augmented Reality on Android.....		53
Wikitude SDK		56
Games to exercise memory.....		57
Regulatory framework.....		57
BIBLIOGRAFÍA		59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Impacto económico de la RA frente a la RV [1]	1
Figura 2.. Cuota mundial de mercado de sistemas operativos de Smartphone (medido en envíos). Mayo 2017. [5]	5
Figura 3.. Cuota de mercado de versiones de Android. entre 2010 y 2018. [7]	7
Figura 4.. Captura de “Star Walk 2”	9
Figura 5.. Imagen publicitaria de “Wikitude”.	9
Figura 6.. Fotografía de una Tablet con “Augment 3D” en uso.	10
Figura 7.. Captura de video promocional de Ingress [9].	10
Figura 8. Captura de video promocional de Pokémon Go [10].....	11
Figura 9. Menú principal de la aplicación	15
Figura 10. Captura 1 del juego	16
Figura 11. Captura 2 del juego	16
Figura 12. Captura en partida del menú despegable.....	17
Figura 13. Captura en partida con el dispositivo en horizontal	17
Figura 14. Popup de confirmación al salir de la partida.....	18
Figura 15. Opciones de configuración.....	19
Figura 16. Ventana de instrucciones del juego.....	19
Figura 17. Ejemplo de 2 parejas del nivel 1.	21
Figura 18. Ejemplo de 2 parejas del nivel 6.	21
Figura 19. Captura de creación de objeto.	23
Figura 20. Captura de la función generatePosition().	24
Figura 21. Captura de la encuesta de la aplicación sobre el diseño.....	32
Figura 22. Captura de la encuesta de la aplicación sobre las opciones.	33
Figura 23. Captura 1 de la encuesta sobre el juego.	34
Figura 24. Captura 2 de la encuesta sobre el juego.	34
Figura 25. Captura respuesta 1 sobre el diseño.	35
Figura 26. Captura respuesta 2 sobre el diseño.	35
Figura 27. Captura respuesta 3 sobre el diseño.	36
Figura 28. Captura respuesta 4 sobre el diseño.	36
Figura 29. Captura respuesta 5 sobre el diseño.	36
Figura 30. Captura respuesta 6 sobre el diseño.	37

Figura 31. Captura respuesta 1 sobre las opciones.....	37
Figura 32. Captura respuesta 2 sobre las opciones.....	37
Figura 33. Captura respuesta 3 sobre las opciones.....	38
Figura 34. Captura respuesta 4 sobre las opciones.....	38
Figura 35. Captura respuesta 5 sobre las opciones.....	38
Figura 36. Captura respuesta 6 sobre las opciones.....	39
Figura 37. Captura respuesta 1 sobre el juego.....	39
Figura 38. Captura respuesta 2 sobre el juego.....	39
Figura 39. Captura respuesta 3 sobre el juego.....	40
Figura 40. Captura respuesta 4 sobre el juego.....	40
Figura 41. Captura respuesta 5 sobre el juego.....	40
Figura 42. Captura respuesta 6 sobre el juego.....	41
Figura 43. Captura respuesta 7 sobre el juego.....	41
Figura 44. Captura respuesta 8 sobre el juego.....	41
Figura 45. Captura respuesta 9 sobre el juego.....	41
Figura 46. Incidencia anual de la demencia según la edad.....	44
Figura 47. Diagrama de etapas del proyecto.	46
Figura 48. Diagrama de Gantt del proyecto.	47

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Versión de la plataforma, nivel de API y nombre comercial de la versión.....	8
Tabla 2. Atributos y métricas asociadas.	27
Tabla 3. Atributos y entorno de uso.	27
Tabla 4. Tabla de costes de personal del proyecto.	48
Tabla 5. Tabla de costes de recursos del proyecto.	49

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología en alza que integra información digital con el entorno físico en tiempo real. Mediante la combinación de imágenes, animaciones, gráficos, sonidos o interacción con lo observado en pantalla, se crea una imagen virtual superpuesta al medio que nos rodea.

En contraste con la Realidad Virtual (RV), con la cual se crea un entorno artificial, la RA hace uso de los elementos existentes del medio, para añadir información y/o interacción con el usuario. Se estima que el uso y el impacto económico en el mercado de la RA triplique a la Realidad Virtual. En concreto, y como se puede observar en la *Figura 1* un estudio de la revista digital “Digi-Capital” [1] pronostica que los ingresos globales de la RA alcancen los 120 Billones de Dólares en 2020, frente a los 30 Billones que estiman para la RV.

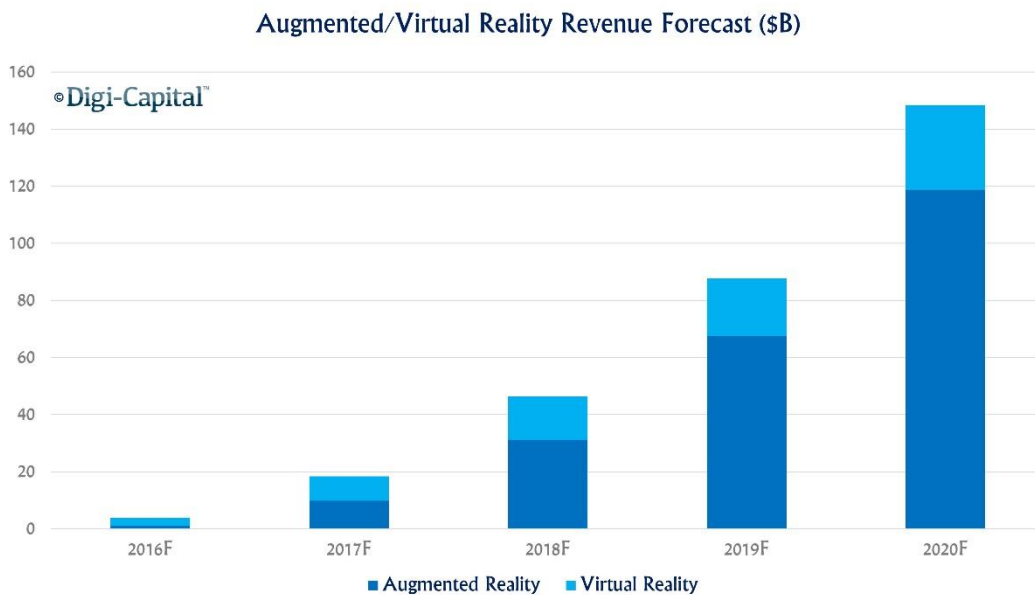


Figura 1. Impacto económico de la RA frente a la RV [1]

Este estudio se basa en que el uso de la RV se focaliza en el desarrollo de videojuegos y de cine 3D.

Cine 3D: “Recibe la denominación de cine 3D la tecnología de filmación y proyección de cine para que simule la visión tridimensional humana real.” [2]

Por otro lado, la RA se explota en el mercado de dispositivos “Smartphone” y “Tablet” lo que supone acceder a un mercado más amplio, de cientos de millones de usuarios.

1.2 Objetivos

Como consecuencia del progreso exponencial en tecnología y ciencia, de la invención de nuevas formas de arte, de la realización de estudios cada vez más específicos y de descubrimientos históricos, materiales y de nuevas formas de vida entre otras cosas, en las últimas décadas las personas tenemos que tratar con cantidades ingentes de información.

La tecnología ha contribuido en gran parte en la globalización de conocimientos, lo que supone que surjan nuevos estudios y descubrimientos y por tanto, en una última instancia, la generación de más documentos relevantes. Pero por otro lado, nos sirve para almacenar toda esta cantidad de datos de una forma eficaz y accesible.

Otra manera, menos directa, de que la tecnología colabore a que la gente pueda gestionar toda esta información, es ayudar a memorizar. Existen dos vías para ayudar a un individuo a memorizar:

- Proporcionar métodos que ayudan a recordar, como escribir, repetir en voz alta, contárselo a otra persona, relacionar nuevos términos con otros ya afianzados, etc.
- Entrenar la memoria con ejercicios mentales.

De acuerdo a lo visto sobre RA, se toma la decisión de aprovechar este tipo de software para diseñar una aplicación que entrene la memoria del usuario a través de un videojuego interactivo de cartas.

Este juego se basa en presentar a usuario una colección de cartas desplegadas en un tablero, sobre las que en un inicio solo se puede ver el dorso de cada una. Para cada carta de la colección existe una pareja que es exactamente igual a ella. El objetivo del juego es encontrar la pareja de cada de carta, y para ello el usuario puede levantar dos cartas a vez. Si estas coinciden, se mantendrán descubiertas, en caso contrario se vuelven a girar.

La idea principal es adaptar este juego de cartas para integrar Realidad Aumentada en él. Para ello se diseña el juego cambiando el aspecto de presentar las cartas en un tablero, por mostrarlas como objetos flotantes que el usuario podrá visualizar con la cámara del dispositivo. Pero además, las cartas no mostrarán todas a la vez en un mismo plano, sino que se situarán en diferentes puntos de un ángulo de 360 grados alrededor del jugador. De esta forma se añade una componente de dificultad al juego, no solo siendo importante la memoria visual, sino también la orientación del individuo.

1.3 Recursos Utilizados

A continuación se definen los recursos tanto de hardware como de software utilizados para la elaboración del proyecto.

- Software:
 - Android Studio versión 2.3.3: Plataforma de desarrollo de aplicaciones Android.
 - Wikitude SDK [3]: Librería que proporciona funciones en JavaScript para explotar la realidad aumentada en diversas plataformas. Se utiliza la versión gratuita.
 - Microsoft Office: Proporciona herramientas de ofimática.
 - Windows 10: Sistema operativo del ordenador.
 - Photoshop: Editor digital de imágenes.
 - TomsPlanner [4]: Editor online de diagrama de Gantt.
- Hardware:
 - Huawei P9 Lite: Dispositivo móvil para probar el desarrollo.
 - Memoria RAM 3GB.
 - Memoria interna 16GB.
 - Procesador octa-core 64 bits HiSilicon Kirin 650 2GHz, GPU Mali-T830MP2.
 - Cámara
 - Trasera: 13 Megapíxeles con autofocus.
 - Frontal: 8 Megapíxeles.
 - Ordenador
 - CPU: AMD FX Series FX-6300 3.5 GHz 6X.
 - Memoria RAM: 8 Gigabytes.
 - Cable Micro USB: Establece la conexión entre el dispositivo móvil y el Ordenador.

1.4 Estructura del Documento

En esta sección se muestra la disposición del documento, el cual se encuentra dividido en seis capítulos que detallan el proceso de investigación, desarrollo y gestión de la aplicación Android diseñada.

- **Capítulo 1: Introducción.** Introducción del contexto del proyecto, así como la motivación y objetivos de llevarlo a cabo. También se dedica un apartado a mencionar el equipamiento y recursos utilizados.
- **Capítulo 2: Estado del arte.** Define la situación actual del software usado, las capacidades que ofrece, el marco regulatorio, restricciones, pautas a seguir para cumplir con la licencia.
- **Capítulo 3: Descripción de la aplicación.** En este capítulo se incluye una presentación general de la herramienta.
- **Capítulo 4: Funcionamiento de la aplicación.** Presenta el despliegue técnico necesario y el funcionamiento del sistema.
- **Capítulo 5: Evaluación de resultados.** Análisis de pruebas del desarrollo y del impacto en distintos usuarios.
- **Capítulo 6: Conclusiones y mejoras.** Conclusiones principales y trabajo futuro.
- **Capítulo 7: Gestión del proyecto.** Muestra las líneas de gestión y presupuesto del proyecto.
- **Bibliografía.** En este apartado se listan las referencias bibliográficas que se han consultado para la realización tanto del proyecto y de la memoria.

CAPÍTULO 2

ESTADO DEL ARTE

2.1 Android

Android es el sistema operativo para dispositivos móviles inteligentes más usado en el mundo.

2.1.1 Sistema operativo

Esta plataforma se diferencia con respecto a IOS y Windows Phone (los otros dos sistemas operativos más usados por detrás de Android) en que ofrece un mercado abierto de aplicaciones. Esto quiere decir, que cualquier usuario puede desarrollar contenido en forma de aplicaciones APK y comerciar con ellas. Se dispone en internet de gran cantidad de documentación para diseño y desarrollo con Android.

En la *Figura 2* se muestra el porcentaje de dispositivos que operan sobre Android con respecto al resto de plataformas.

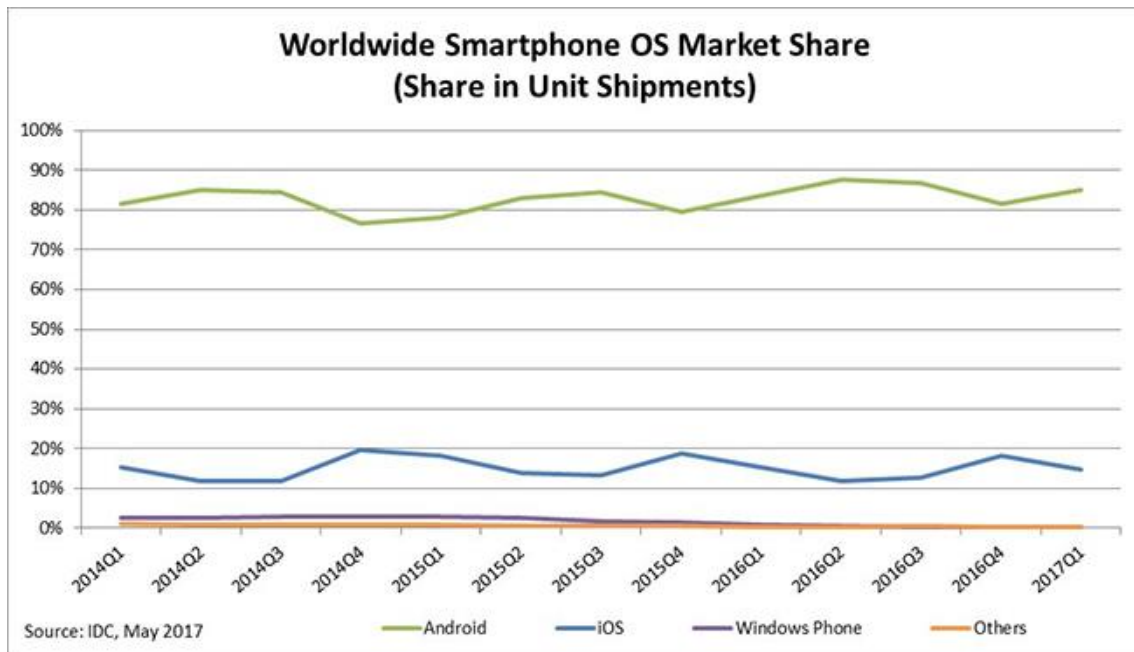


Figura 2. Cuota mundial de mercado de sistemas operativos de Smartphone (medido en envíos), Mayo 2017 [5]

Como se puede observar, Android está contundentemente por encima de sus competidores principales, acaparando el 85% del mercado. Lo que convierte a esta plataforma en la opción más atractiva sobre la que desarrollar una aplicación, ya que tienes la posibilidad de llegar a la gran mayoría de usuarios con Smartphone.

Además, hay que tener en cuenta que desde el 2016, Android es el único sistema operativo cuyas cifras siguen en aumento, mientras que en el resto decrecen.

Son por estas razones, por las que el desarrollo técnico de este proyecto se ha decidido llevarse a cabo en Android.

2.1.2 Versión mínima y objetivo

Uno de los primeros pasos a la hora de empezar un proyecto de aplicación de Android, es estudiar con cautela el control de versiones sobre la que se desarrollará. Esto es importante para que tenga el mayor alcance posible en cuanto a cantidad de descargas potenciales.

Adicionalmente, el nivel de API es un componente crítico debido a lo siguiente:

- *“Los usuarios deben contar con información específica sobre la versión de la app instalada en sus dispositivos y las versiones de actualización disponibles para su instalación.” [6]*
- *“Otras apps, incluidas las que publiques como un conjunto, deben realizar consultas al sistema respecto de la versión de tu app para determinar la compatibilidad e identificar dependencias.” [6]*
- *“Es posible que los servicios a través de los cuales publicarás tus apps también deban consultar a tu app para conocer su versión, a fin de poder mostrarla a los usuarios. También puede ser necesario que un servicio de publicación deba verificar la versión de tu app para determinar la compatibilidad y establecer relaciones de cambio a versiones anteriores o posteriores.” [6]*

Existen dos niveles de configuración de API:

- Versión mínima, técnicamente conocida como `minSdkVersion`, que define la versión mínima de Android sobre la cual la aplicación podrá ser ejecutada.
- Versión objetivo, técnicamente conocida como `targetSdkVersion`, indica el nivel de API específico con el que se ha diseñado la aplicación para funcionar correctamente.

En la *Figura 3* se puede observar que entre 2017 y 2018 (intervalo de tiempo en el que se desarrolla este proyecto) las versiones “Ice Cream Sandwich” y anteriores, suponen una tasa de mercado de despreciable. Esto minimiza el impacto de elegir el nivel 15 (o inferiores) como nivel mínimo de API.

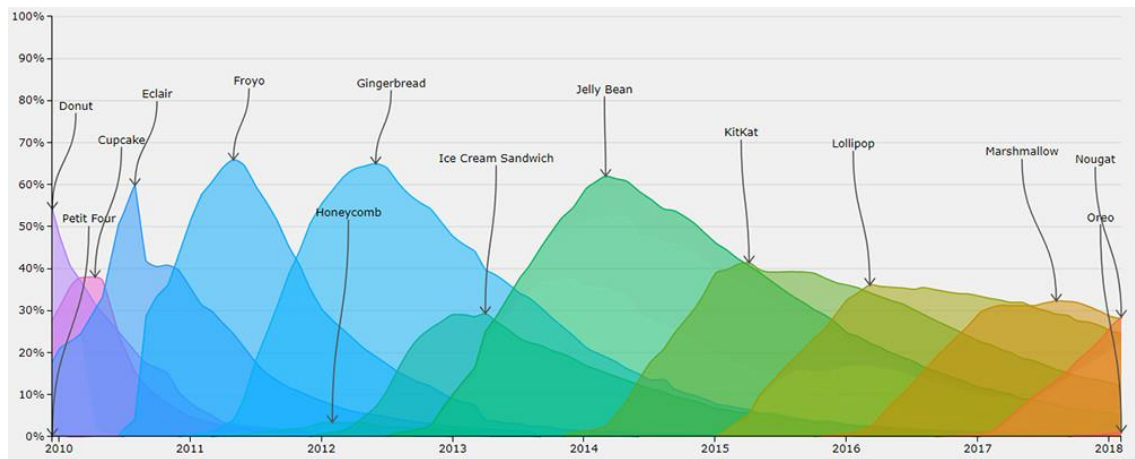


Figura 3. Cuota de mercado de versiones de Android, entre 2010 y 2018 [7]

En la *Tabla 1* se establece una relación entre la versión de la plataforma, Nivel de API y nombre comercial de la versión.

Versión de la plataforma	Nivel de API	Versión de código
Android 8.0	26	OREO
Android 7.1.2	25	NOUGAT
Android 7.0	24	
Android 6.0	23	MARSHMALLOW
Android 5.1	22	LOLLIPOP_MR1
Android 5.0	21	LOLLIPOP
Android 4.4W	20	KITKAT_WATCH
Android 4.4	19	KITKAT
Android 4.3	18	JELLY_BEAN_MR2
Android 4.2 y 4.2.2	17	JELLY_BEAN_MR1
Android 4.1 y 4.1.1	16	JELLY_BEAN
Android 4.0.3 y 4.0.4	15	ICE_CREAM_SANDWICH_MR1
Android 4.0, 4.0.1 y 4.0.2	14	ICE_CREAM_SANDWICH
Android 3.2	13	HONEYCOMB_MR2
Android 3.1.x	12	HONEYCOMB_MR1
Android 3.0.x	11	HONEYCOMB

Android 2.3.4	10	GINGERBREAD_MR1
Android 2.3.3		
Android 2.3.2	9	GINGERBREAD
Android 2.3.1		
Android 2.3		
Android 2.2.x	8	FROYO
Android 2.1.x	7	ECLAIR_MR1
Android 2.0.1	6	ECLAIR_0_1
Android 2.0	5	ECLAIR
Android 1.6	4	DONUT
Android 1.5	3	CUPCAKE
Android 1.1	2	BASE_1_1
Android 1.0	1	BASE

Tabla 1, versión de la plataforma, Nivel de API y nombre comercial de la versión

Para este proyecto se ha tomado la decisión con vistas a futuro eligiendo el nivel 19 de API como nivel mínimo. Y la versión más actualizada de Android (Android Oreo 8.0 API: 26) como versión objetivo.

2.1.3 Realidad Aumentada en Android

Los principales usos y ejemplos de aplicaciones que se le da a la tecnología de Realidad Aumentada en Android son los siguientes:

- Educación: Una forma más interactiva de presentar contenido educativo a niños y jóvenes estudiantes.
 - Star Walk 2 de Vito Technology, es una guía astronómica interactiva que permite explorar estrellas, constelaciones, planetas y satélites enfocando la cámara del móvil al cielo. Se presenta una captura de la aplicación en la *Figura 4*.



Figura 4. Captura de “Star Walk 2”

- Localización: Como elemento extra que facilita la orientación del usuario a la hora de buscar un establecimiento en el mapa.
 - Wikitude: Utiliza la RA para hacer más sencilla la localización de puntos de interés. Un ejemplo de las posibilidades que ofrece esta aplicación se aprecia en la imagen publicitaria mostrada en la Figura 5.



Figura 5, imagen publicitaria de “Wikitude”.

Adicionalmente, Wikitude ofrece un SDK que permite realizar otros desarrollos, y es la utilizada para este Trabajo Fin de Grado.

- Ingeniería: Herramienta de apoyo al diseño de planos, productos, materiales o componentes electrónicos y de presentación de resultados de una forma más atractiva.
- Publicidad: Otra forma de impactar al público con una experiencia diferente a la hora de mostrar un producto.

Un buen ejemplo de aplicación que se utiliza en los ámbitos de los dos últimos puntos es:

- Augment 3D: Dispone de un catálogo de objetos que puedes montar sobre un espacio real. Estos objetos pueden ser codificados en tarjetas que la propia aplicación detecta y transforma en un elemento de tres dimensiones. En la *Figura 6* se puede ver una captura de la aplicación en ejecución.

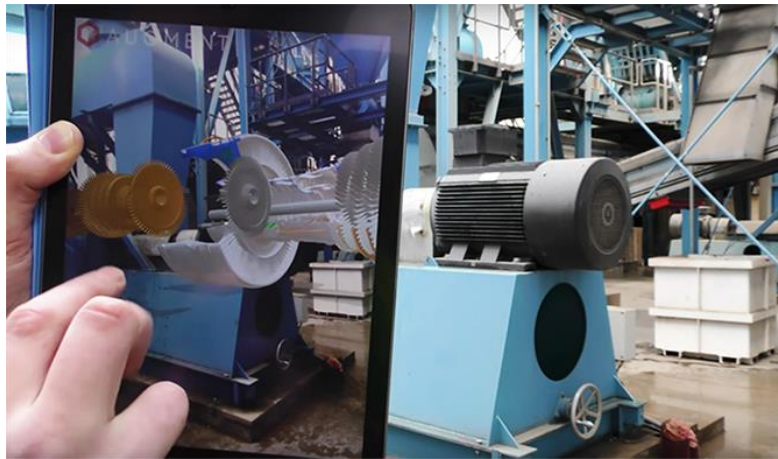


Figura 6. Fotografía de una Tablet con “Augment 3D” en uso

- Videojuegos: Una vía más para entretener al usuario.
 - Ingress: Se trata de un juego de geolocalización que aprovecha todo el potencial de “Google Maps” [8] para que el usuario experimente una aventura de investigación. Se muestra una captura del video promocional de la herramienta en la *Figura 7*.

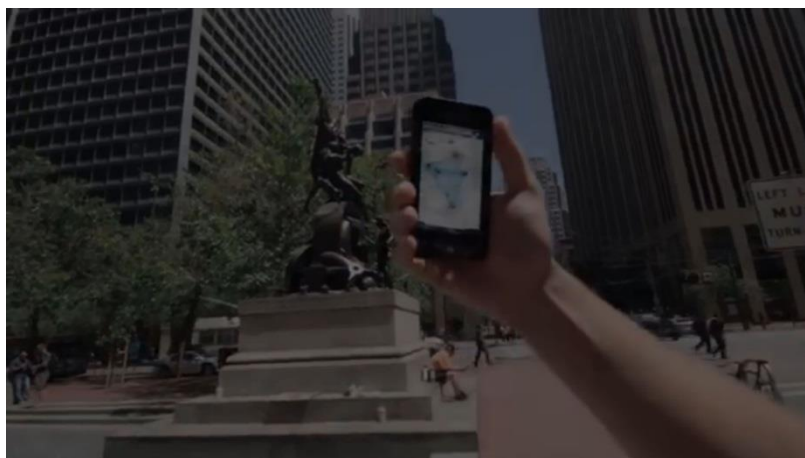


Figura 7. Captura de video promocional de Ingress [9]

- Pokémon Go: Uno de los videojuegos más conocidos del mercado de Android. También utiliza la geolocalización para dispersar criaturas inventadas alrededor de todo el mundo, que se muestran en pantalla como un objeto animado en 3 dimensiones. El objetivo es capturar estas criaturas lanzando una bola a su cabeza, tal y como se observa en la *Figura 8*.

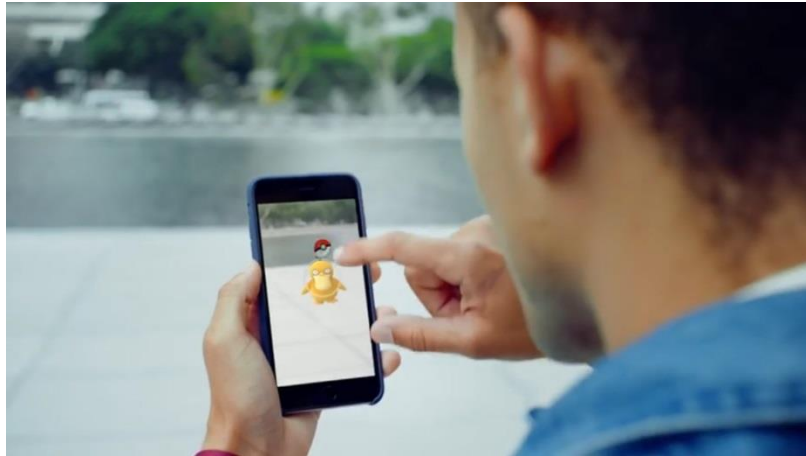


Figura 8. Captura de video promocional de Pokémon Go [10]

En todos los casos, estas aplicaciones han superado el millón de descargas en el “Play Store” [11] de Android. Con lo que se puede concluir que el mayor potencial socioeconómico de la RA es su implementación en la creación de un videojuego.

Más concretamente, en el caso de los ejemplos expuestos de videojuegos, estas cifras se ven incrementadas, llegando a superar los 10 millones de descargas en el caso de “Ingress” y los 100 millones en el caso de “Pokémon Go”, el cual obtuvo en 2016 los premios:

- The Game Award al Mejor Juego Portátil/Para Dispositivos Móviles. Organizados por Geoff Keighley, que fue desarrollador de los premios ya extintos “Spike VGA/VGXs”.
- The Game Award al Mejor Juego Familiar.
- Premios BAFTA de Videojuegos al Mejor Juego Móvil o de Portátil. Otorgados por la BAFTA (Academia Británica de las Artes Cinematográficas y de la Televisión).

2.2 Wikitude SDK

A raíz del impacto de la geolocalización y el mapeo en la tecnología Android de 2017, el equipo de Wikitude lanzó una plataforma de desarrollo de herramientas con la tecnología de Realidad Aumentada, llamada SLAM.

Una vez comprobaron que SLAM se asentó en el mercado, diseñaron una nueva plataforma llamada SMART que es una API que integra ARKit, ARCore la antigua API de SLAM en un único SDK de realidad aumentada y para cualquier dispositivo.

Esta plataforma de RA asegura el alcance a un rango de dispositivos que cubre el 92,6% de los dispositivos iOS y alrededor del 35% de los dispositivos Android disponibles en el mercado. Además hace que las tecnologías ARKit y ARCore sean accesibles trabajando con JavaScript, Unity, Xamarin, Titanium, PhoneGap, y Cordova.

El uso de estos softwares en el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado se ha implementado mediante JavaScript.

2.3 Juegos para ejercitar la memoria

Existen múltiples ejercicios para evitar el declive cognitivo, muchos de estos son juegos que permiten entrenar varios tipos de memoria específicos o una combinación de ellos.

Es frecuente dividir los tipos de memoria en tres grupos [12]:

- Memoria a corto plazo.
- Memoria sensorial o de trabajo, que se puede dividir en memoria ecoica (sensorial auditiva) y memoria icónica (sensorial visual).
- Memoria a largo plazo, la cual podemos subdividir en memoria episódica, semántica, procedimental, implícita, explícita y declarativa.

Para explotar la realidad aumentada al máximo en la creación de la herramienta de este proyecto se ha elegido un juego de cartas que entrena la memoria sensorial visual.

2.4 Marco regulatorio

La aplicación Android cumple con la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, (LOPD) [13] evitando guardar en el dispositivo o en una base de datos cualquier dato que pueda poner en peligro la privacidad del usuario.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, las herramientas Android Studio y TomsPlanner son softwares de distribución libre y gratuita que se pueden utilizar sin limitación.

Por otro lado, la API de Wikitude ofrece una licencia gratuita de desarrollo totalmente funcional pero incluye una marca de agua en la vista de la cámara.

Las licencias de Windows 10, Microsoft Office y Photoshop son licencias que ya estaban costeadas previo a la realización de este proyecto.

Para el diseño de la aplicación se han utilizado imágenes y música de libre distribución y uso comercial, con el requisito de mencionar el enlace donde está disponible dicha imagen:

- Fondo utilizado para botones [14].
- Diseño de cartas de póker, para el juego y el botón de “Jugar” [15]. Autor: Charles.
- Logo de engranaje, para el botón de ajustes [16].
- Logo de interrogación, para el botón de ayuda [17]. Autor: Alex Dumitru.
- Canción para ambientar el juego [18]. “Emotion”, Autor: Matti Paalanen.

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

3.1 Nombre y diseño

El nombre elegido para la aplicación es “MemCopy”. Se trata de un acrónimo que surge de unir las palabras “**memory**” y “**copy**”, del inglés “memoria” y “copiar”.

Ya que el objetivo principal de la aplicación es ofrecer un juego que sirve como entretenimiento y ejercicio para entrenar la memoria, se ha elegido un diseño en el que el acceso al juego es rápido una vez se inicia la aplicación.

Es frecuente y lógico asociar la memoria al cerebro, y es por esto por lo que los colores elegidos de la herramienta son diversos tonos de rosas y violetas. Se ha optado por usar rosas más claros para los fondos y barras de navegación de las Activities. Mientras que para textos se ha utilizado un tono oscuro de violeta. El contraste entre estos dos colores es suficiente como para que la lectura de textos sea cómoda y agradable.

Las imágenes de los botones se han diseñado para que representen un entorno en el que los elementos principales se sitúan alrededor de un punto de interés, tal y como ocurre en el juego, en el que el jugador es el punto de interés y las cartas los elementos principales que se posicionan alrededor del punto de interés.

La estructura de proyecto que crea automáticamente el programa Android Studio, contiene unas carpetas llamadas values-xx, donde xx son las siglas del idioma que el desarrollador quiere incluir en la herramienta. En el caso particular de este proyecto, la aplicación ha sido traducida al español y al inglés, por lo que se tienen las carpetas:

- Values-es: Contiene el archivo strings.xml donde se definen todas las cadenas de texto en español.
- Values-en: Contiene el archivo strings.xml donde se definen todas las cadenas de texto en inglés.

3.2 Menús y ventanas

En este apartado se navegara por los menús de la aplicación para visualizar el diseño de la misma y mostrar su contenido.

3.2.1 Menú principal

Las aplicaciones Android se organizan en “Activities” que son las ventanas sobre las que navega el usuario para ver y/o interactuar con el contenido. Al iniciar la aplicación el usuario podrá ver la ventana de la *Figura 9*.

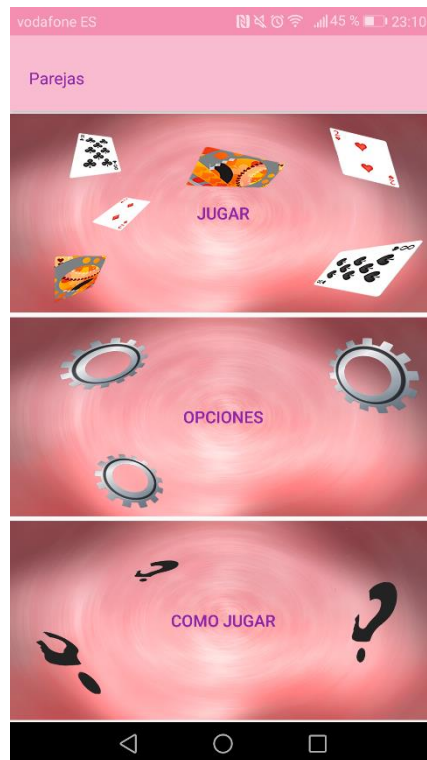


Figura 9. Menú principal de la aplicación

Como se puede observar, en el menú principal existen 3 botones (Jugar, Opciones y Como jugar) que permiten navegar a cada una de las Activities que componen la aplicación y que se describen en los siguientes apartados.

3.2.2 Ventana Juego

En esta ventana es donde se visualiza el juego, para lo cual se hace uso de la cámara del dispositivo y se utiliza la API de realidad aumentada de Wikitude para crear, pintar e interactuar con objetos virtuales situados sobre una capa superior a lo que muestra la cámara.

Por defecto, mientras el usuario está en partida se reproduce una melodía para ambientar al jugador en un entorno en el que se verá presionado a concentrarse para superar el nivel. En la *Figura 10* y *Figura 11* se pueden observar capturas del juego en ejecución.



Figura 10. Captura 1 del juego

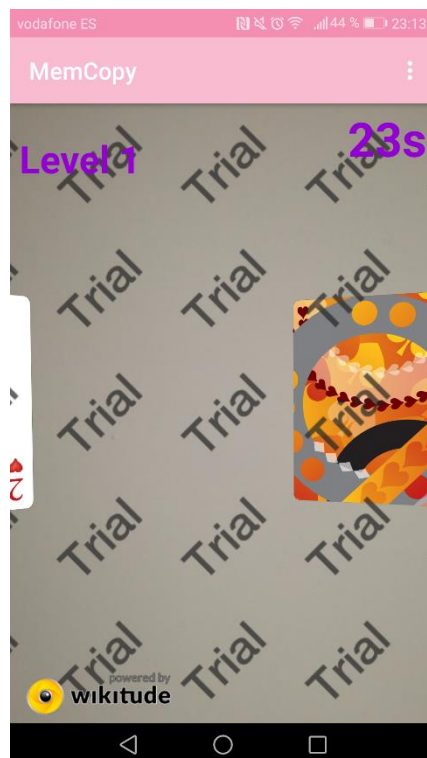


Figura 11. Captura 2 del juego

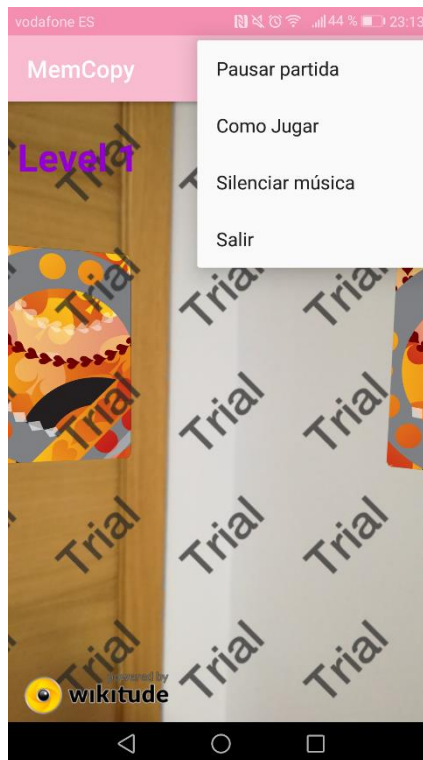


Figura 12. Captura en partida del menú despegable

En la *Figura 12* se muestra un menú despegable con el que se puede detener la partida, acceder a las instrucciones del juego, silenciar la música o salir del juego pausándolo y sin finalizar la partida.

En las instrucciones del juego se recomienda al usuario jugar con el móvil en horizontal, como se puede observar en la *Figura 13*, ya que las cartas se sitúan en distintos puntos de un ángulo de 360 grados alrededor del jugador y a la misma altura en los primeros niveles del juego.

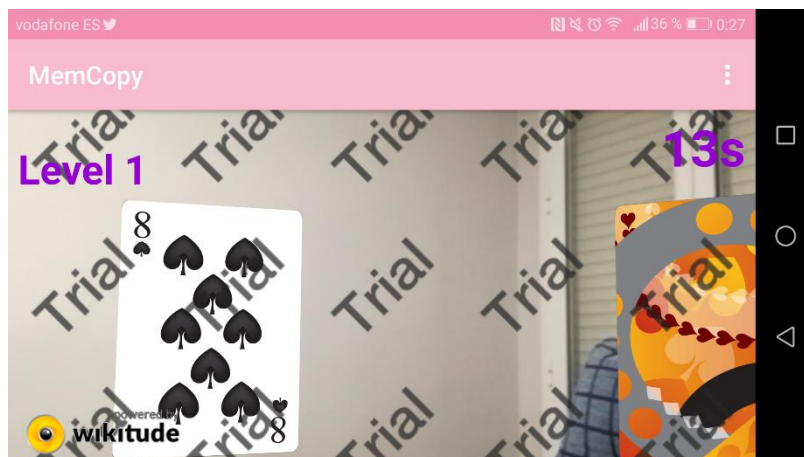


Figura 13. Captura en partida con el dispositivo en horizontal

Para finalizar la partida el usuario deberá usar la tecla de “Atrás” que le proporciona el dispositivo o la interfaz gráfica de Android. En este caso, se muestra una ventana emergente, técnicamente conocida como “Popup” en la que se avisa al usuario de que la

partida finalizará, y le da la opción de confirmar la acción o deshacerla, tal y como se observa en la *Figura 14*.



Figura 14. Popup de confirmación al salir de la partida

3.2.3 Ventana de configuración

Esta es una ventana de configuración muy sencilla, ya que la mayoría de opciones que se han programado son opciones para cambiar en partida a través del desplegable de la ventana del juego mostrada en el apartado anterior.

De modo que en esta Activity se han añadido dos opciones a configurar previamente a iniciar una partida (se muestran en la *Figura 15*):

- Tiempo para terminar niveles. Si se activa esta opción, en cada partida aparecerá una cuenta atrás, si esta llega a cero la partida finalizará sin que el jugador supere el nivel. Si se desactiva, se elimina la limitación de tiempo. Por defecto esta opción aparecerá activada.
- Fijar nivel de dificultad. Si está desactivada, la tercera opción de configuración (Nivel) se mantiene deshabilitada. En caso contrario, se habilita. Por defecto está desactivada.
- Nivel. Permite al usuario elegir un nivel determinado que se quiera probar al iniciar el juego. Por defecto esta opción está deshabilitada.

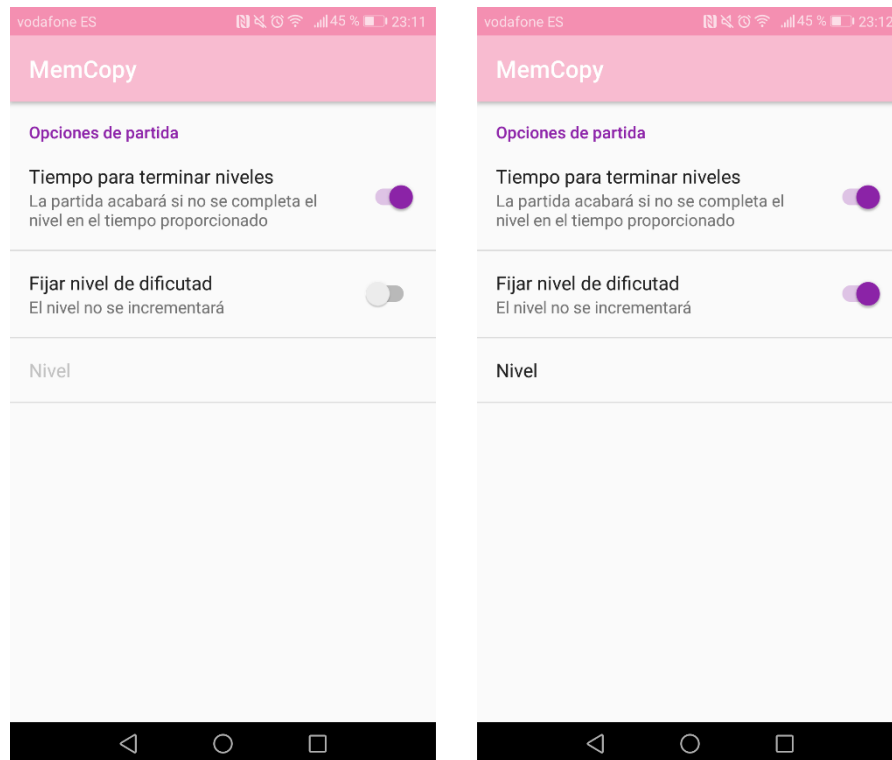


Figura 15. Opciones de configuración

3.2.4 Ventana de instrucciones

En esta ventana se describe al usuario las instrucciones necesarias para entender el objetivo del juego y como superar los niveles. Se puede ver en la *Figura 16*.

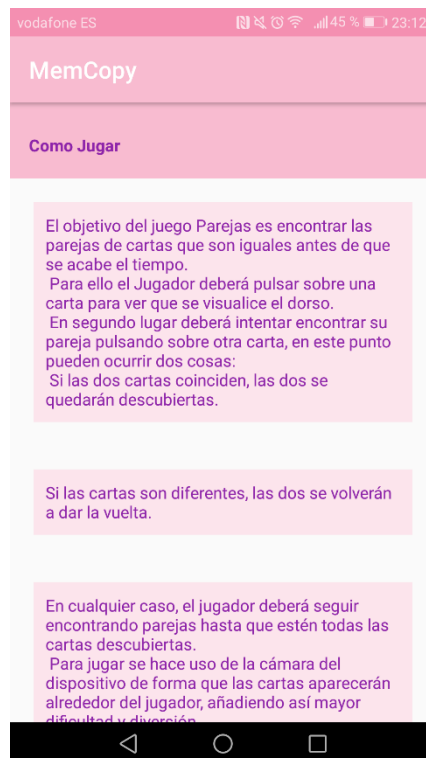


Figura 16. Ventana de instrucciones del juego.

3.3 Instrucciones del juego

El objetivo del juego “Parejas” es encontrar las parejas de cartas que son iguales antes de que se acabe el tiempo. El jugador dispondrá alrededor del mismo, de una cantidad determinada de cartas (en función del nivel) de las cuales visualizará su dorso apuntando con la cámara del móvil.

El usuario deberá pulsar sobre el dorso de una carta para ver temporalmente el lado frontal de la misma. A continuación tiene que intentar encontrar la otra carta que es igual que la descubierta (su pareja) pulsando en el dorso de otra carta. En este punto se pueden dar dos casuísticas:

- Si las dos cartas descubiertas coinciden, ambas permanecerán descubiertas hasta el fin de la partida y el objetivo del jugador es encontrar la siguiente pareja de cartas que son iguales.
- Si las cartas son diferentes, las dos se volverán a dar la vuelta, de forma que el usuario visualizará el dorso otra vez.

En cualquier caso, el jugador tendrá como objetivo seguir encontrando parejas hasta que estén todas descubiertas.

El sistema de dificultad del juego se ha diseñado para que cada nivel sea más complicado de superar que el anterior, y de esta forma obligar al usuario a superarse.

- Niveles 1-5: Se limita la cantidad de tiempo de 50 segundos en el primer nivel, hasta 35 segundos en el nivel 5.
- Niveles 6-10: Se utiliza el mismo criterio de limitación de tiempo que los niveles del 1 al 5. Pero en estos niveles se utilizan parejas de cartas visualmente parecidas entre sí. Se muestra un ejemplo de este añadido de dificultad comparando dos parejas del nivel 1 en la *Figura 17*, con dos parejas del nivel 5 en la *Figura 18*:

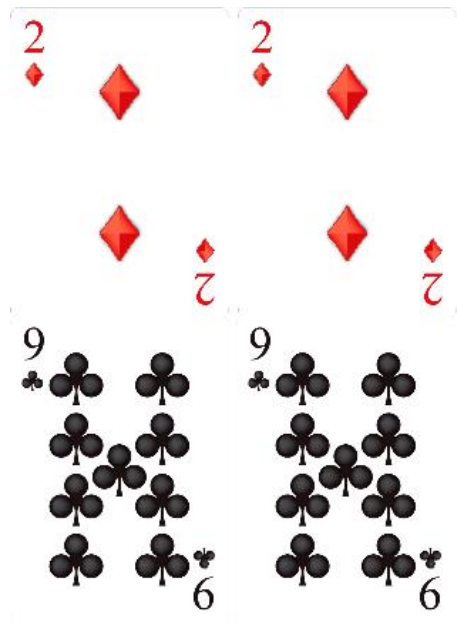


Figura 17. Ejemplo de 2 parejas del nivel 1

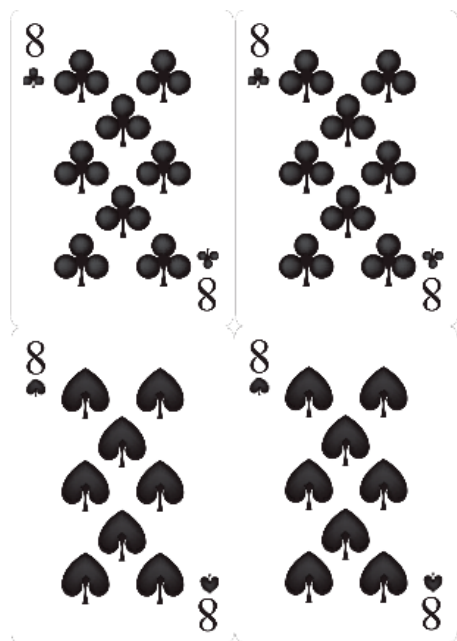


Figura 18. Ejemplo de 2 parejas del nivel 6

CAPÍTULO 4

FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN

4.1 Opciones

En anteriores apartados se han definido las opciones de configuración de la aplicación, las cuales están centradas en el juego. En este apartado se describe como se ha implementado técnicamente para que las opciones se mantengan guardadas en el dispositivo.

Esto se ha logrado haciendo uso de la Actividad de preferencias que proporciona Android. El objetivo de este tipo de Activities es hacer sentir al usuario que tiene el control de la aplicación y que puede personalizarla conforme a sus gustos.

Para aprender a programar estas Activities se ha seguido una guía de internet llamada “como crear actividad preferencias Android” [19]. Se crean como un archivo “XML” en el que se van añadiendo preferencias con unos valores por defecto. Si el usuario modifica una de estas preferencias, el valor de dicha preferencia se modificará y se mantendrá el cambio mientras no se borre la aplicación.

4.2 Lógica del juego

En esta sección se explica cómo se ha implementado la lógica del juego.

Para crear cada uno de los niveles y gestionar su uso desde Android, se ha definido un archivo de JavaScript individual para cada nivel. De forma que desde Android se recibe un aviso cuando termina el nivel con una variable que indica si el nivel ha sido superado o no. Si el nivel ha sido superado, y desde las preferencias de Android no está fijado el nivel de dificultad, se lanza el siguiente archivo JavaScript correspondiente al siguiente nivel, para que el usuario pueda continuar la partida.

En el apartado [3.2.2 Ventana de Juego](#) de este documento se explica las diferencias entre niveles. A nivel técnico lo que se hace es disminuir el tiempo de partida en cada uno de los ficheros y cambiar las imágenes del frontal de cada carta.

En este proyecto se menciona con anterioridad que la API de realidad aumentada se usa sobre JavaScript. Por esta razón la lógica del juego va programada en este lenguaje, ya que el usuario debe interactuar con los objetos virtuales creados en la capa de realidad aumentada.

Estos objetos virtuales (objetos JSON) concretamente son las cartas de parejas que el jugador tiene que descubrir.

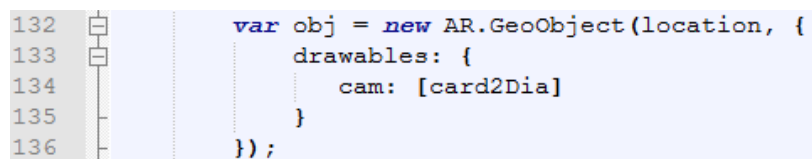
JSON: “*JavaScript Object Notation, es un formato para intercambio de datos liviano, basado en texto e independiente del lenguaje de programación, que resulta fácil de*

escribir y leer tanto para los seres humanos como para las máquinas. JSON puede representar dos tipos estructurados: objetos y matrices.” [20]

Se ha creado cada una de las cartas como un objeto individual JSON, en el que se definen las siguientes propiedades:

- Localización
- Imagen

A continuación se incluye en este objeto JSON un objeto de realidad aumentada, que será el que permitirá interactuar con el usuario y se situará en punto fijo del espacio con respecto al usuario. Se le pasa la referencia de la imagen frontal a utilizar (imagen de la carta de póker). Creación del objeto JSON en la *Figura 19*.



```
132  var obj = new AR.GeoObject(location, {
133      drawables: {
134          cam: [card2Dia]
135      }
136  });
```

Figura 19. Captura de creación de objeto.

En cada nivel hay unas posiciones fijas declaradas en las que se situarán las cartas. Son puntos situados en un ángulo de 360° alrededor del usuario, a la altura del Smartphone. Pero cada uno de los objetos representados con la referencia de la imagen de una carta de póker utilizará una función (generatePosition() mostrada en la *Figura 20*) definida en el archivo JavaScript, para elegir aleatoriamente una de esas posiciones fijas. De forma que un mismo nivel tiene las cartas distribuidas aleatoriamente en cuanto a su localización. Es decir, que en cada ejecución, la posición de un mismo objeto varía entre cualquiera de las posiciones fijas definidas.

```

893 function generatePosition() {
894     var insertada = false;
895     while(!insertada){
896         if(positionsUsed.length < positions.length){
897             var x = Math.floor(Math.random()*positions.length);
898             if(positionsUsed.length != 0){
899                 var exists = false;
900                 for (i = 0; i < positionsUsed.length; i++) {
901                     var posXUsed = positionsUsed[i][0];
902                     var posYUsed = positionsUsed[i][1];
903                     var posXToUse = positions[x][0];
904                     var posYToUse = positions[x][1];
905
906                     if(posXUsed == posXToUse && posYUsed == posYToUse){
907                         exists = true;
908                         break;
909                     }
910                 }
911                 if (!exists){
912                     positionsUsed.push(positions[x]);
913                     insertada=true;
914                 }
915                 }else{
916                     positionsUsed.push(positions[x]);
917                     insertada=true;
918                 }
919             }else{
920                 insertada=true;
921             }
922         }
923     }

```

Figura 20. Captura de la función generatePosition().

4.3 Requisitos específicos y recomendaciones

En esta sección del presente documento se detallan las especificaciones técnicas necesarias para que la aplicación tenga un funcionamiento correcto y la recomendación de hardware del dispositivo, así como del entorno ambiental donde se haga uso de la herramienta.

4.3.1 Requisitos técnicos

A continuación se enumeran los requisitos del sistema operativo del Smartphone, la recomendación de características del dispositivo y la condición que impone el uso de la API de Wikitude.

4.3.1.1 Requisitos del sistema operativo

Para el correcto funcionamiento de la aplicación se requiere que el sistema operativo Android sea compatible con la API 19, versión Android 4.4 KitKat.

4.3.1.2 Recomendación de las características del dispositivo

- CPU:
 - Snapdragon 435, 8 núcleos Cortex A53 de 28 nanómetros, 1.4 GHz.

- Mediatek MT6750, 8 núcleos de entre 23 y 30 nanómetros, 1.5 GHz.
- RAM: 2 GB.
- Cámara de video: El dispositivo debe disponer de cámara de video.
- API: 26, Android 8.0 Oreo.

4.3.1.3 Condición de uso de Wikitude

Debido a las condiciones exigidas por el sistema operativo Android, la herramienta debe exigir al usuario aceptar el permiso para que la aplicación pueda hacer uso de los sensores o hardware requerido.

Al usar el software de Wikitude, el cual trabaja sobre la cámara de video del Smartphone, se solicita al usuario que dé permiso a la aplicación para usar la cámara de video. En caso de no aceptar este permiso, la funcionalidad de la aplicación no puede ejecutarse.

4.3.2 Requisitos ambientales

Es recomendable que usuario ejecute la aplicación en un ambiente luminoso y heterogéneo donde se puedan observar distintos fondos y objetos a la altura donde se situó el móvil. De esta forma, el jugador podrá relacionar cada una de las cartas a descubrir con un objeto o fondo de su entorno, y ayudar así a memorizar su valor.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se explica la metodología seguida en la evaluación de resultados de la aplicación desarrollada para este Trabajo Final de Grado. También se especifica la batería de preguntas lanzadas a los usuarios de prueba, así como la presentación online del cuestionario donde se recogen las valoraciones subjetivas.

5.1 Metodología de evaluación

Para establecer una metodología de evaluación para aplicaciones móviles se han seguido unos parámetros de usabilidad de una aplicación descritos en el artículo “Usabilidad de aplicaciones móviles” [21], tal y como se muestra en la *Tabla 2*.

Atributos	Métricas
Efectividad	Tareas resueltas en un tiempo limitado.
	Porcentaje de tareas completadas con éxito al primer intento.
	Número de funciones aprendidas.
Eficiencia	Tiempo empleado en completar una tarea.
	Número de teclas presionadas por tarea.
	Tiempo transcurrido en cada pantalla.
	Eficiencia relativa en comparación con un usuario experto.
	Tiempo productivo
Satisfacción	Nivel de dificultad.
	Agrada o no agrada.
	Preferencias.
Facilidad de Aprendizaje	Tiempo usado para terminar una tarea la primera vez.
	Cantidad de entrenamiento.
	Curva de aprendizaje.
Memorabilidad	Número de pasos, clicks o páginas usadas para terminar una tarea después de no usar la aplicación por un periodo de tiempo.
Errores	Número de errores
Contenido	Cantidad de palabras por página.
	Cantidad total de imágenes.
	Número de páginas.
Accesibilidad	Tamaño de letra ajustable.
	Cantidad de imágenes con texto alternativo.
Seguridad	Control de usuario.
	Número de incidentes detectados.
	Cantidad de reglas de seguridad.
Portabilidad	Grado con que se desacopla el software del hardware.
	Nivel de configuración.
Contexto	Grado de conectividad.

	Ubicación.
	Características del dispositivo.

Tabla 2. Atributos y métricas asociadas

En función de la naturaleza de la herramienta a evaluar, unos atributos se consideran más relevantes que otros. En la *Tabla 3* se marcan los parámetros más influyentes para cada tipo de aplicación.

Atributos	Aplicaciones de Escritorio	Sitios Web	Aplicaciones Móviles
Efectividad	X	X	X
Eficiencia	X	X	X
Satisfacción	X	X	X
Facilidad de Aprendizaje	X	X	X
Memorabilidad	X	X	
Errores	X	X	X
Contenido		X	X
Accesibilidad		X	
Seguridad		X	X
Portabilidad			X
Contexto			X

Tabla 3. Atributos y entorno de uso

Una vez estudiados los atributos más relevantes para evaluar una aplicación de móvil, se ha lanzado una batería de preguntas a usuarios que han probado la herramienta. Estas preguntas se dividen en tres grandes bloques. En cada uno de estos bloques se han adaptado los parámetros métricos elegidos para formular cada pregunta individual. Distribuyéndose de la siguiente forma:

- Diseño de la aplicación: Efectividad, eficiencia, satisfacción, errores, contenido.
- Configuración de la aplicación: Efectividad, eficiencia, satisfacción, errores y seguridad.
- Juego: Eficiencia, satisfacción, facilidad de aprendizaje, errores, portabilidad y contexto.

Las preguntas seleccionadas son las siguientes:

Sobre el diseño:

1. ¿Con que rapidez ha sido capaz de alcanzar el menú objetivo?
 - Muy rápido
 - Rápido
 - Normal
 - Lento
 - Muy Lento

2. Puntúe del 1 al 5 la frecuencia con la que ha sido capaz de alcanzar el menú deseado al navegar por la aplicación. (1= Siempre; 5=Nunca).
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
3. ¿Qué dificultad le ha supuesto entender la navegación por la aplicación y cada uno de los menús?
 - Muy fácil
 - Fácil
 - Normal
 - Difícil
 - Muy difícil
4. ¿Le ha resultado agradable navegar por la aplicación?
 - Muy agradable
 - Agradable
 - Normal
 - Poco agradable
 - Nada agradable
5. ¿Se ha encontrado errores de diseño? Como faltas de ortografía, fallos de visualización, elementos mal distribuidos, etc.
 - Muchos
 - Pocos
 - Ninguno
6. ¿Cree que la cantidad de información y elementos en pantalla es adecuada?
 - Muy adecuada
 - Adecuada
 - Normal
 - Poco adecuada
 - Nada adecuada

Sobre las opciones:

1. ¿Con que rapidez ha sido capaz de encontrar la opción deseada?
 - Muy rápido
 - Rápido
 - Normal
 - Lento
 - Muy Lento

2. Puntúe del 1 al 5 la frecuencia con la que ha sido capaz de alcanzar la opción deseada al navegar por la aplicación. (1= Siempre; 5=Nunca).
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
3. ¿Qué dificultad le ha supuesto entender las opciones de configuración de la aplicación?
 - Muy fácil
 - Fácil
 - Normal
 - Difícil
 - Muy difícil
4. ¿Cree que las opciones de configuración de la aplicación son suficientes y necesarias?
 - Muy de acuerdo.
 - De acuerdo
 - Normal
 - En desacuerdo
 - Muy en desacuerdo
5. ¿Se ha encontrado con errores en las opciones? Como por ejemplo que no se apliquen o que cambien otra propiedad.
 - Muchos
 - Pocos
 - Ninguno
6. ¿En algún momento ha sentido que las opciones de la aplicación recogían datos que pudiesen poner en peligro su privacidad?
 - Si
 - No

Sobre el juego:

1. Puntúe del 1 al 5 la dificultad que le ha supuesto entender las instrucciones del juego.
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4

➤ 5

2. ¿Le ha resultado entretenido el juego?
 - Muy entretenido
 - Entretenido
 - Normal
 - Poco entretenido
 - Muy poco entretenido
3. Evalúe el grado de dificultad de las primeras partidas.
 - Muy difícil
 - Difícil
 - Normal
 - Fácil
 - Muy fácil
4. Evalúe el grado de dificultad al haber jugado al menos 4 veces.
 - Muy difícil
 - Difícil
 - Normal
 - Fácil
 - Muy fácil
5. ¿Cree que el uso diario de la aplicación puede ayudar a ejercitar la memoria?
 - Mucho
 - Poco
 - Nada
6. ¿Se ha encontrado con errores en la partida?
 - Muchos
 - Pocos
 - Ninguno
7. ¿Considera que la aplicación es adecuada para usarla en un entorno público?
 - Muy adecuada
 - Adecuada
 - Solo en entornos privados
8. ¿Su dispositivo cumple con los requerimientos mínimos de la aplicación?
 - Si
 - No
9. ¿Se ha encontrado con problemas de rendimiento al jugar?
 - Muchos

- Pocos
- Nada

Esta última pregunta sólo se habilita si la respuesta a la pregunta 8 es afirmativa, es decir, si el dispositivo del encuestado cumple con los requisitos mínimos para ejecutar la aplicación correctamente.

Para llevar a cabo esta encuesta, obtener resultados y analizarlos, se ha usado la herramienta online “SurveyMonkey” [22]. La generación de la encuesta se puede observar en la *Figuras 21 a 24*.

1. ¿Con que rapidez ha sido capaz de alcanzar el menú objetivo?

- ☐ Muy rápido
- ☐ Rápido
- ☐ Normal
- ☐ Lento
- ☐ Muy Lento

2. Puntúe del 1 al 5 la frecuencia con la que ha sido capaz de alcanzar el menú deseado al navegar por la aplicación. (1= Siempre; 5=Nunca).

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

3. ¿Qué dificultad le ha supuesto entender la navegación por la aplicación y cada uno de los menús?

- ☐ Muy fácil
- ☐ Fácil
- ☐ Normal
- ☐ Difícil
- ☐ Muy difícil

4. ¿Le ha resultado agradable navegar por la aplicación?

- ☐ Muy agradable
- ☐ Agradable
- ☐ Normal
- ☐ Poco agradable
- ☐ Nada agradable

5. ¿Se ha encontrado errores de diseño? Como faltas de ortografía, fallos de visualización, elementos mal distribuidos, etc.

- ☐ Muchos
- ☐ Pocos
- ☐ Ninguno

6. ¿Cree que la cantidad de información y elementos en pantalla es adecuada?

- ☐ Muy adecuada
- ☐ Adecuada
- ☐ Normal
- ☐ Poco adecuada
- ☐ Nada adecuada

Figura 21. Captura de la encuesta de la aplicación sobre el diseño

1. ¿Con que rapidez ha sido capaz de encontrar la opción deseada?

- ☐ Muy rápido
- ☐ Rápido
- ☐ Normal
- ☐ Lento
- ☐ Muy Lento

2. Puntúe del 1 al 5 la frecuencia con la que ha sido capaz de alcanzar la opción deseada al navegar por la aplicación. (1= Siempre; 5=Nunca).

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

3. ¿Qué dificultad le ha supuesto entender las opciones de configuración de la aplicación?

- ☐ Muy fácil
- ☐ Fácil
- ☐ Normal
- ☐ Difícil
- ☐ Muy difícil

4. ¿Cree que las opciones de configuración de la aplicación son suficientes y necesarias?

- ☐ Muy de acuerdo.
- ☐ De acuerdo
- ☐ Normal
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo

5. ¿Se ha encontrado con errores en las opciones? Como por ejemplo que no se apliquen o que cambien otra propiedad.

- ☐ Muchos
- ☐ Pocos
- ☐ Ninguno

6. ¿En algún momento ha sentido que las opciones de la aplicación recogían datos que pudiesen poner en peligro su privacidad?

- ☐ Si
- ☐ No

Figura 22. Captura de la encuesta de la aplicación sobre las opciones

1. Puntúe del 1 al 5 la dificultad que le ha supuesto entender las instrucciones del juego. (1=Muy fácil; 5=Muy difícil)

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

2. ¿Le ha resultado entretenido el juego?

- ☐ Muy entretenido
- ☐ Entretenido
- ☐ Normal
- ☐ Poco entretenido
- ☐ Muy poco entretenido

3. Evalúe el grado de dificultad de las primeras partidas.

- ☐ Muy difícil
- ☐ Difícil
- ☐ Normal
- ☐ Fácil
- ☐ Muy fácil

4. Evalúe el grado de dificultad al haber jugado al menos 4 veces.

- ☐ Muy difícil
- ☐ Difícil
- ☐ Normal
- ☐ Fácil
- ☐ Muy fácil

5. ¿Cree que el uso diario de la aplicación puede ayudar a ejercitar la memoria?

- ☐ Mucho
- ☐ Poco
- ☐ Nada

6. ¿Se ha encontrado con errores en la partida?

- ☐ Muchos
- ☐ Pocos
- ☐ Ninguno

7. ¿Considera que la aplicación es adecuada para usarla en un entorno público?

- ☐ Muy adecuada
- ☐ Adecuada
- ☐ Solo en entornos privados

Figura 23. Captura 1 de la encuesta sobre el juego

8. ¿Su dispositivo cumple con los requerimientos mínimos de la aplicación?

- ☐ Sí
- ☐ No

9. ¿Se ha encontrado con problemas de rendimiento al jugar?

- ☐ Muchos
- ☐ Pocos
- ☐ Nada

Figura 24. Captura 2 de la encuesta sobre el juego

5.2 Análisis de resultados

Se muestran los resultados de la encuesta realizada. Tras cada bloque de preguntas (diseño, opciones y juego) se desarrolla un breve análisis de los resultados obtenidos.

En las *Ilustraciones 25-30* se muestran los resultados de las cuestiones lanzadas a los usuarios sobre el diseño de la aplicación.

¿Con que rapidez ha sido capaz de alcanzar el menú objetivo?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

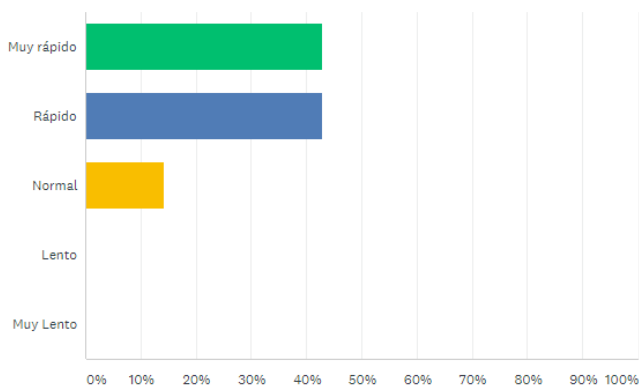


Figura 25. Captura respuesta 1 sobre el diseño

Puntúe del 1 al 5 la frecuencia con la que ha sido capaz de alcanzar el menú deseado al navegar por la aplicación. (1= Siempre; 5=Nunca).

Respondidas: 7 Omitidas: 0

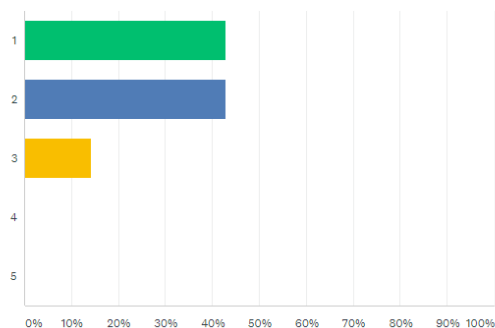


Figura 26. Captura respuesta 2 sobre el diseño

¿Qué dificultad le ha supuesto entender la navegación por la aplicación y cada uno de los menús?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

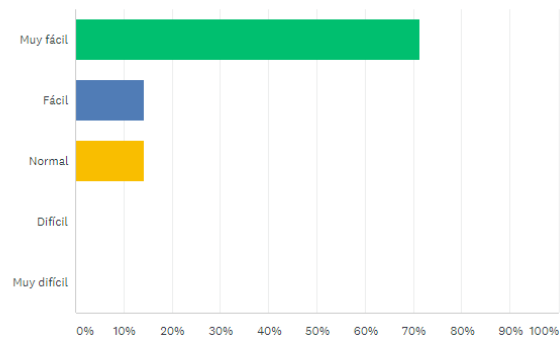


Figura 27. Captura respuesta 3 sobre el diseño

¿Le ha resultado agradable navegar por la aplicación?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

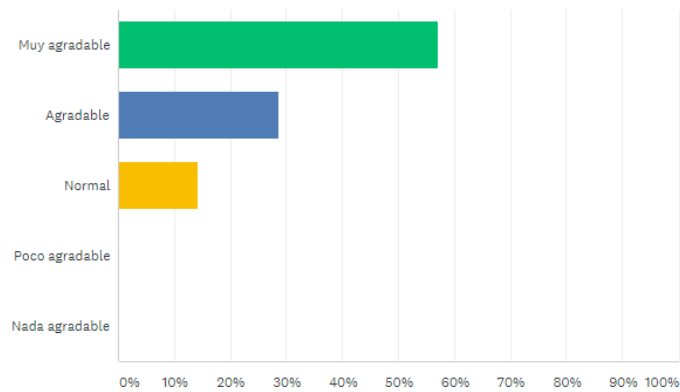


Figura 28. Captura respuesta 4 sobre el diseño

¿Se ha encontrado errores de diseño? Como faltas de ortografía, fallos de visualización, elementos mal distribuidos, etc.

Respondidas: 7 Omitidas: 0

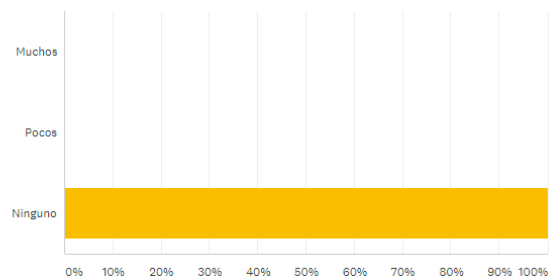


Figura 29. Captura respuesta 5 sobre el diseño

¿Cree que la cantidad de información y elementos en pantalla es adecuada?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

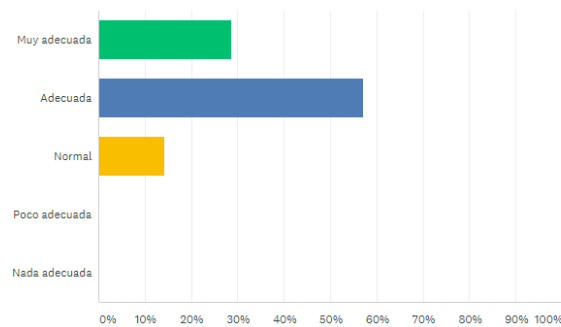


Figura 30. Captura respuesta 6 sobre el diseño

Con los resultados recogidos sobre el diseño de la aplicación se puede concluir que los usuarios han quedado satisfechos con respecto a la navegación por menús de la herramienta y la situación de los elementos situados en pantalla.

En las *Ilustraciones 31-36* se pueden ver los resultados de las cuestiones lanzadas a los usuarios sobre las opciones de la herramienta.

¿Con que rapidez ha sido capaz de encontrar la opción deseada?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

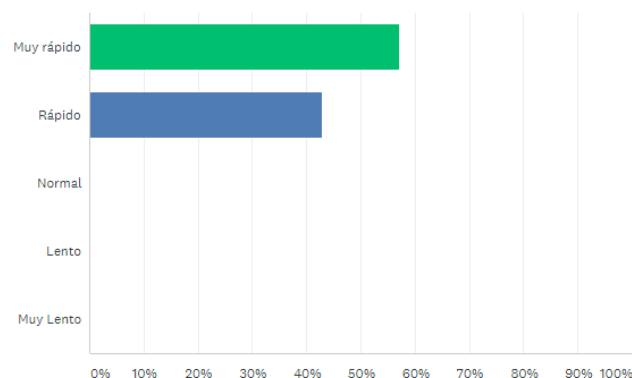


Figura 31. Captura respuesta 1 sobre las opciones

Puntúe del 1 al 5 la frecuencia con la que ha sido capaz de alcanzar la opción deseada al navegar por la aplicación. (1= Siempre; 5=Nunca).

Respondidas: 7 Omitidas: 0

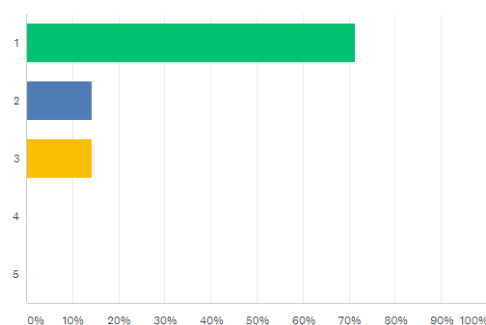


Figura 32. Captura respuesta 2 sobre las opciones

¿Qué dificultad le ha supuesto entender las opciones de configuración de la aplicación?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

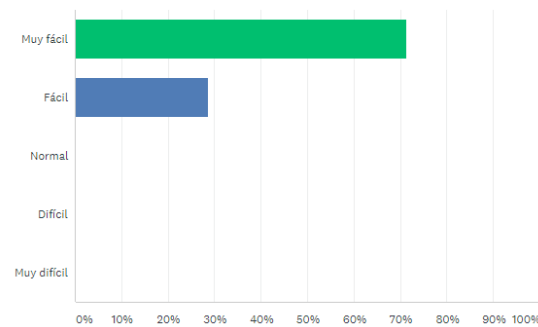


Figura 33. Captura respuesta 3 sobre las opciones

¿Cree que las opciones de configuración de la aplicación son suficientes y necesarias?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

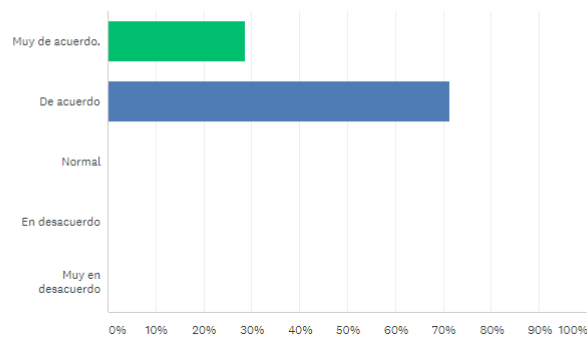


Figura 34. Captura respuesta 4 sobre las opciones

¿Se ha encontrado con errores en las opciones? Como por ejemplo que no se apliquen o que cambien otra propiedad.

Respondidas: 7 Omitidas: 0

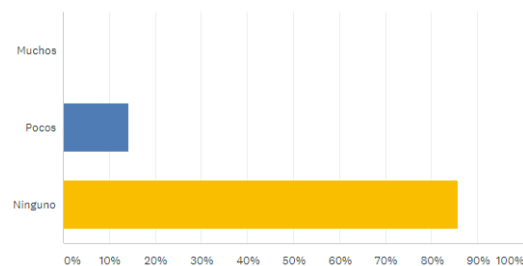


Figura 35. Captura respuesta 5 sobre las opciones

¿En algún momento ha sentido que las opciones de la aplicación recogían datos que pudiesen poner en peligro su privacidad?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

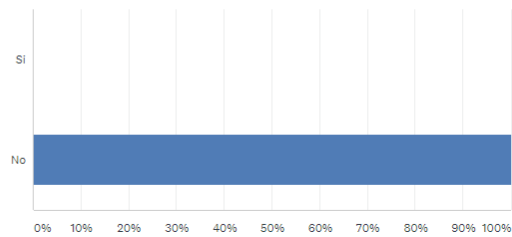


Figura 36. Captura respuesta 6 sobre las opciones

En vista a los resultados obtenidos con respecto a las opciones de configuración de la aplicación, se han encontrado favorables las opciones proporcionadas, así como las posibilidades que ofrecen.

En las Figuras 37-45 se pueden observar los resultados de las cuestiones lanzadas a los usuarios sobre el juego de la aplicación.

Puntúe del 1 al 5 la dificultad que le ha supuesto entender las instrucciones del juego. (1=Muy fácil; 5=Muy difícil)

Respondidas: 7 Omitidas: 0

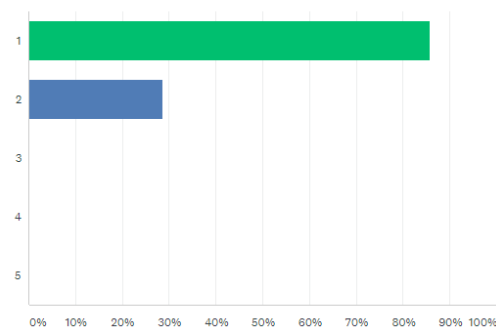


Figura 37. Captura respuesta 1 sobre el juego

¿Le ha resultado entretenido el juego?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

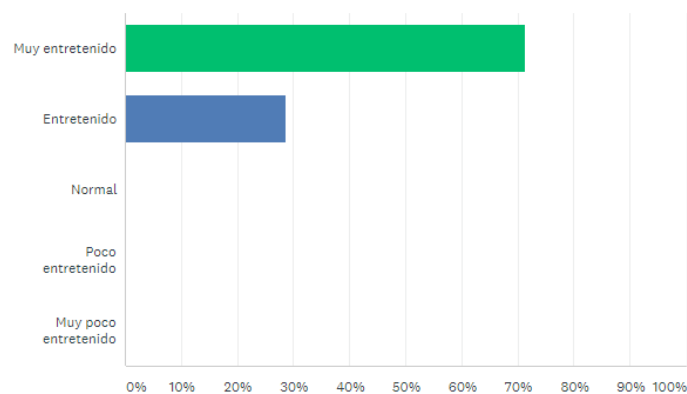


Figura 38. Captura respuesta 2 sobre el juego

Evalúe el grado de dificultad de las primeras partidas.

Respondidas: 7 Omitidas: 0

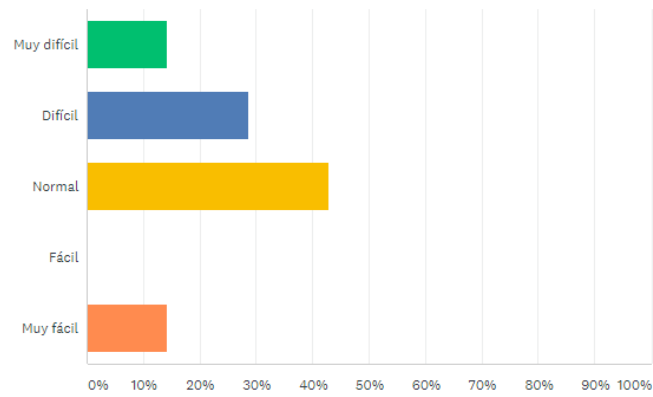


Figura 39. Captura respuesta 3 sobre el juego

Evalúe el grado de dificultad al haber jugado al menos 4 veces.

Respondidas: 7 Omitidas: 0

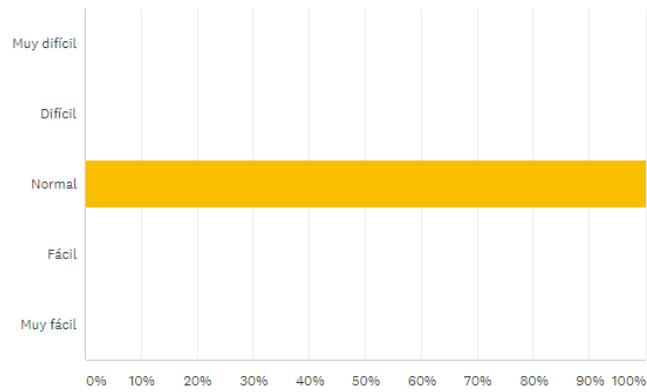


Figura 40. Captura respuesta 4 sobre el juego

¿Cree que el uso diario de la aplicación puede ayudar a ejercitar la memoria?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

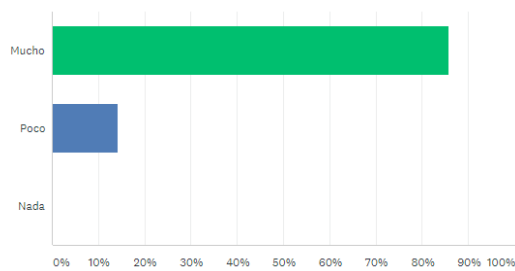


Figura 41. Captura respuesta 5 sobre el juego

¿Se ha encontrado con errores en la partida?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

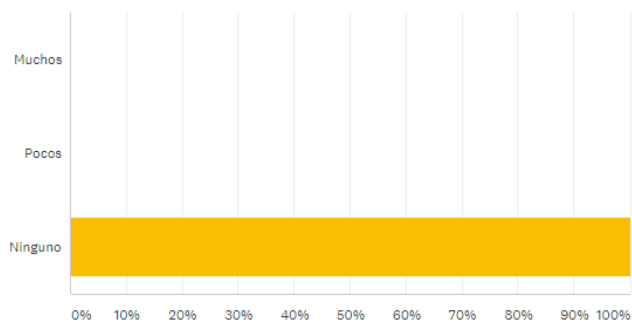


Figura 42. Captura respuesta 6 sobre el juego

¿Considera que la aplicación es adecuada para usarla en un entorno público?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

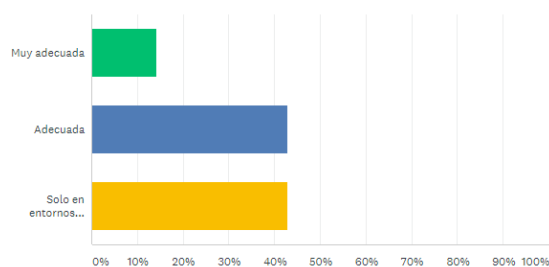


Figura 43. Captura respuesta 7 sobre el juego

¿Su dispositivo cumple con los requerimientos mínimos de la aplicación?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

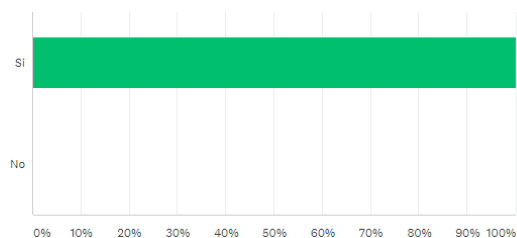


Figura 44. Captura respuesta 8 sobre el juego

¿Se ha encontrado con problemas de rendimiento al jugar?

Respondidas: 7 Omitidas: 0

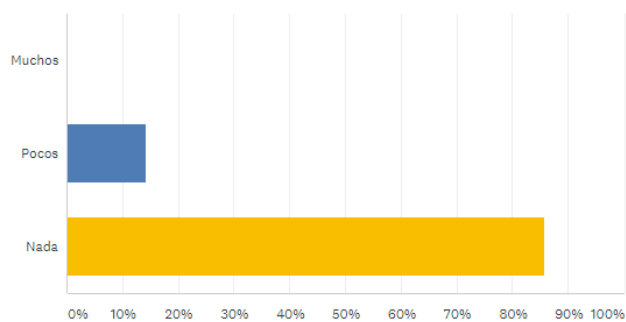


Figura 45. Captura respuesta 9 sobre el juego

En cuanto al juego hay que tener en cuenta que los aspectos principales, a la hora de desarrollarlo, son entretener y ejercitar la memoria. Observando las respuestas recopiladas se puede concluir que el juego ha resultado entretenido. Por otro lado, si se tiene en cuenta la opinión subjetiva del usuario, la aplicación es útil para entrenar la memoria.

Sin embargo, los resultados esperados en cuanto a la dificultad del juego eran que el juego resultase muy difícil en las primeras partidas y difícil tras haber asimilado la funcionalidad de las partidas. Mientras que lo que se ha obtenido es que la dificultad “Normal” de las primeras partidas ha sido la moda del total de las respuestas. Y la única opción elegida por los usuarios al evaluar la dificultad, tras haber jugado al menos cuatro veces.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1 Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto, para extraer las conclusiones respectivas al desarrollo del mismo, se realizará una comparación de los objetivos marcados con los cumplidos.

El objetivo primordial de crear esta aplicación es proporcionar una forma entretenida de ejercitar la memoria, y que esto sirva como ayuda para el día a día del individuo. Sin embargo, esto es un parámetro complicado de medir, ya que no hay forma de extraer un resultado concreto y objetivo sobre una mejoría en la memoria del usuario. Entre las cuestiones lanzadas a los usuarios de prueba existe una de ellas que pide la opinión al usuario sobre ese parámetro. Sin embargo en otras cuestiones se ha encontrado que el juego no supone un reto complicado como se esperaba obtener en el diseño del mismo. Se concluye entonces que se debe diseñar una batería de pruebas y un seguimiento más exhaustivo con los usuarios, para obtener una conclusión más próxima a la realidad.

Al haber diseñado un ejercicio para entrenar la memoria en forma de videojuego, la aplicación debe resultar entretenida. Se trata una vez más de un aspecto subjetivo con el que hay que fijarse en la evaluación de resultados con distintas personas. En este caso se han obtenido resultados claros y satisfactorios con respecto a la diversión que proporciona.

Otra aspiración, en este caso una ambición personal en cuanto al desarrollo, era hacer un uso provechoso y propicio de la tecnología de Realidad Aumentada integrada en una aplicación Android. Hablando en primera persona, en este ámbito me he sentido muy realizado consiguiendo los objetivos técnicos del proyecto. He aprendido como se programa con este tipo de software, y ahora soy consciente de las posibilidades que existen. Cabiendo la posibilidad de desarrollar aplicaciones que sirvan a la sociedad. Más concretamente el desarrollo de este proyecto es para verse implicado en procesos educativos. Otra opción, y que me parece aún más inspiradora, sería que la aplicación se viese implicada en tratamientos de personas con Alzheimer.

Enfermedad de Alzheimer: *“La enfermedad de Alzheimer (EA), también denominada demencia senil de tipo Alzheimer (DSTA) o simplemente alzhéimer, es una enfermedad neurodegenerativa que se manifiesta como deterioro cognitivo y trastornos conductuales. Se caracteriza en su forma típica por una pérdida de la memoria inmediata y de otras capacidades mentales”* [23]

Aunque en mi opinión personal, esto sería para un futuro más lejano debido a que la realidad aumentada es una tecnología en auge. Además, las personas que padecen Alzheimer suelen ser personas ancianas como se observa en la *Figura 46*, que contiene una gráfica obtenida de un artículo de “Ortoweb” [24].

Cálculo de la incidencia anual de la demencia según la edad, extraído a partir de modelos de efectos aleatorios de Poisson, para regiones mundiales para los que pudo realizarse una síntesis metaanalítica.

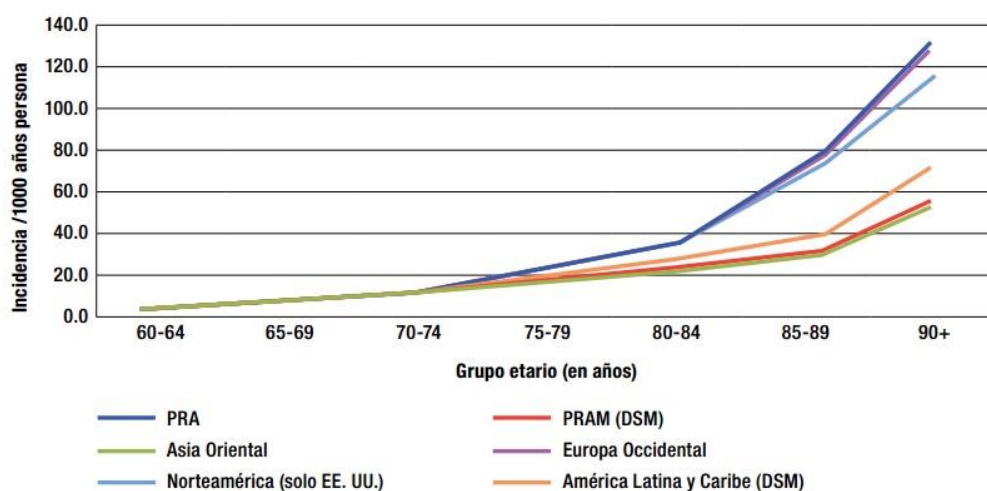


Figura 46, incidencia anual de la demencia según la edad.

Se formula esta relación porque a las personas más avanzadas en edad les cuesta más aprender a usar nuevas tecnologías, es por eso por lo que este tipo de aplicación puede tener más cabida en aproximadamente 10 años, como complemento a un tratamiento de Alzheimer.

6.2 Mejoras

En los procesos finales de este Trabajo Fin de Grado, como la elaboración de la memoria o los análisis de resultados, han surgido nuevas ideas y mejoras aplicables a la herramienta. En este capítulo se exponen estas mejoras:

- Traducción a otros idiomas: La aplicación ha sido desarrollada en español y traducida al inglés, porque aunque no sea el idioma más hablado del mundo, sí que es considerado el idioma más globalizado (idioma más hablado como segunda lengua).

Una buena idea para que la aplicación pueda tener un alcance aún mayor es hacer un estudio de los idiomas más hablados del mundo como lengua nativa, asociándolo con los países donde el mercado de Android es más relevante. Y traducir la aplicación a estos idiomas.

- Añadir Niveles: Una nueva idea para incluir más contenido al juego y que no se vuelva repetitivo, es actualizar la aplicación cada cierto tiempo para añadir nuevos niveles que aumenten el grado de dificultad.

Un ejemplo para lo que podrían ser los niveles del 11 al 15 es aumentar la cantidad de cartas añadiendo una pareja por nivel a diferentes alturas con respecto a la posición del dispositivo del jugador.

- Más opciones: Proporcionar más posibilidad de opciones de configuración para perfeccionar la experiencia del usuario con la aplicación.
- Crear otras modalidades de juego: Adaptar otros juegos para ejercitar la memoria para poder integrar realidad aumentada en ellos. Una posible idea es un generador de laberintos en 3D que tengas que resolver con algún elemento del entorno espacial del jugador.
- Tutorial interactivo: Aunque la experiencia de los usuarios ha sido satisfactoria en las primeras partidas, y según los resultados recogidos el objetivo del juego se entiende correctamente. Un componente extra que puede facilitar la buena experiencia del usuario es crear un tutorial interactivo en su primer uso, en el que se indique al usuario por pasos como alcanzar el objetivo en plena partida y ofreciendo algunos consejos que puedan ayudar a superar los niveles.

CAPÍTULO 7

GESTIÓN DEL PROYECTO

7.1 Planificación

El ciclo de vida del proyecto se resume en las etapas mostradas en el siguiente diagrama (*Figura 47*):

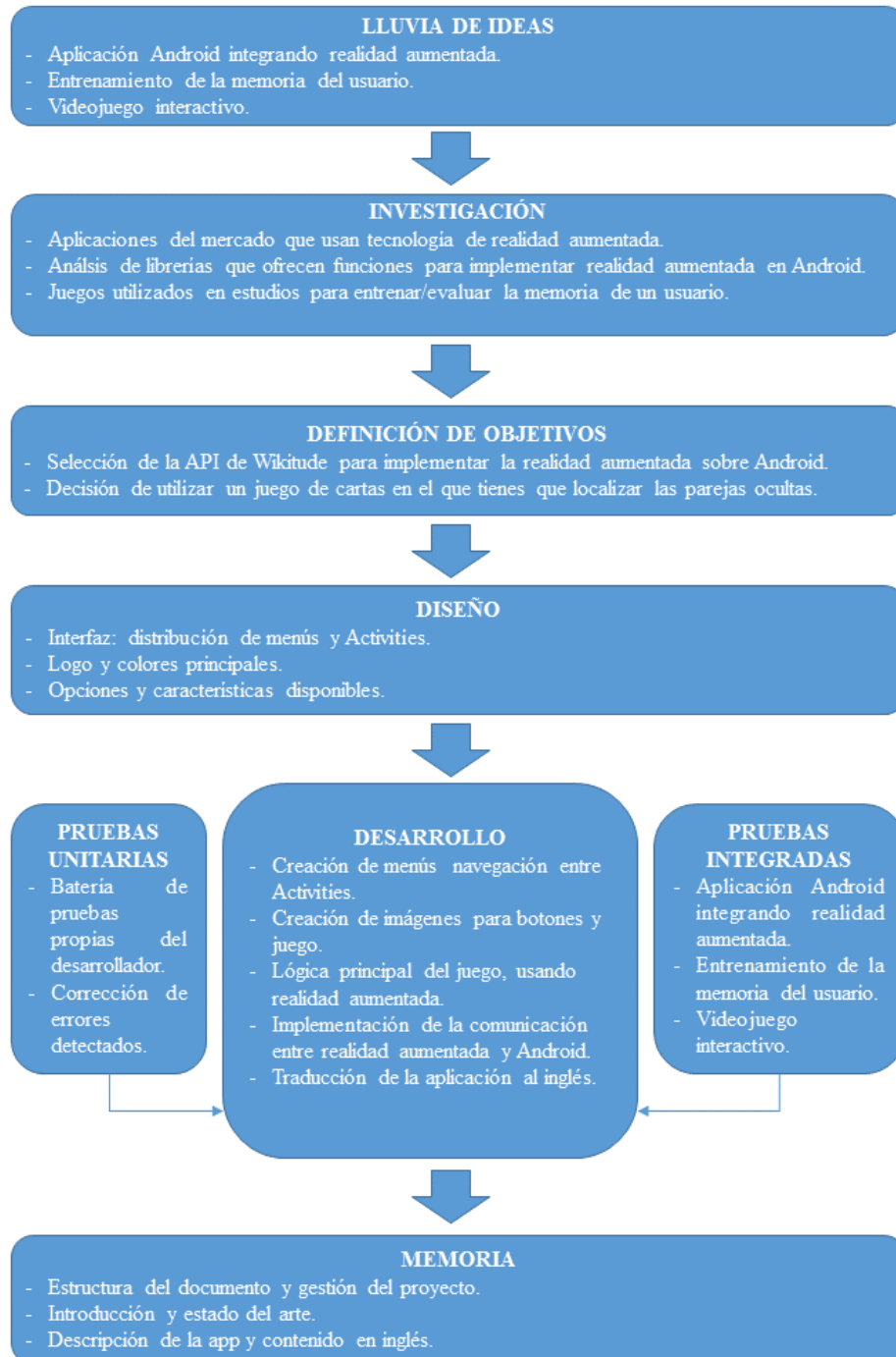


Figura 47. Diagrama de etapas del proyecto

Cada una de estas etapas está comprendida por un intervalo temporal específico que se muestra en el diagrama de Gantt (ver *Figura 48*). Como se puede observar, la gran mayoría de la planificación la supone el desarrollo técnico de la aplicación y la realización de la memoria. Con las tareas de implementar la lógica del juego, en JavaScript, y de establecer comunicación entre JavaScript y Android, marcadas como críticas.

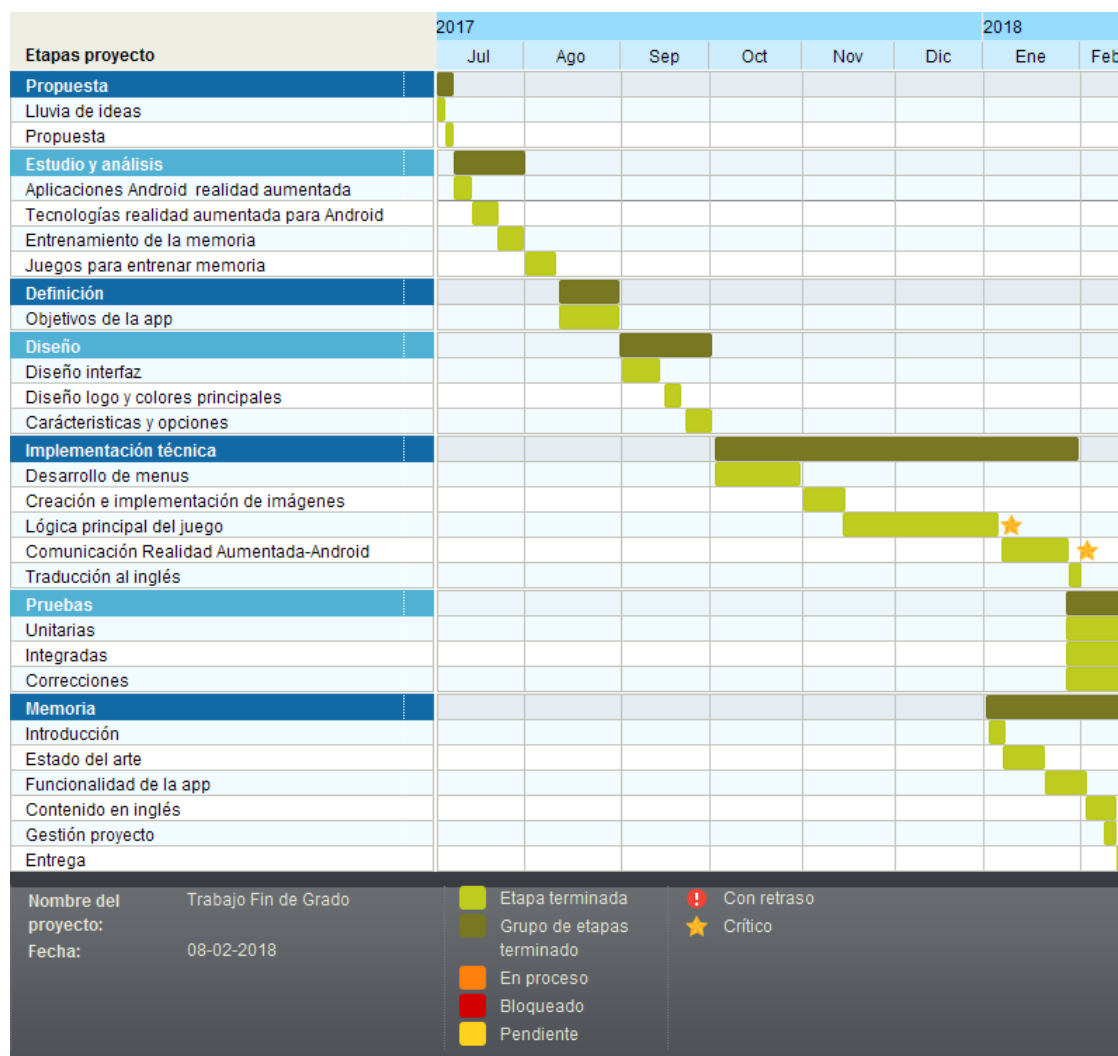


Figura 48. Diagrama de Gantt del proyecto

En total, la realización del proyecto comprende un total de 156 días laborables (01 Julio 2017 – 14 Febrero 2018). Trabajando a una media de 2 horas y media al día, este Trabajo Fin de Grado supone un total de 390 horas.

7.2 Presupuesto

El objetivo de esta sección es presentar una estimación del coste económico que supone asumir la realización de este proyecto en un entorno real. Para lo cual, se tiene en cuenta el personal necesario y los [recursos utilizados](#) mencionados en el capítulo 1.

7.2.1 Personal

- Líder de equipo: Responsable de organizar el proyecto estimando tiempo, asignando trabajo a los componentes del equipo y fijando el alcance (objetivos).
- Analista: Su labor es llevar a cabo un estudio profundo de la tecnología a utilizar y aplicarlo a la realización de un diseño acorde a las necesidades del proyecto. Así como la redacción de la memoria final.
- Encargado de recursos humanos: Con la ayuda del líder de equipo, tiene la labor de encontrar al analista y programador adecuados para asegurar que las relaciones del personal hacen funcionar al equipo correctamente.
- Programador: Se encarga de plasmar el diseño del analista en código y de realizar las pruebas oportunas.

CATEGORÍA	COSTE/HORA	HORAS/DIA	DIAS TRABAJADOS	PRESUPUESTO TOTAL
Líder	23 €	4	21	1.932 €
Analista	18 €	4	21	1.512 €
Programador	14 €	5	92	6.440 €
RRHH	12 €	4	22	1.056 €
TOTAL				10.940 €

Tabla 4, Tabla de costes de personal del proyecto.

En la *Tabla 4* vemos el coste al proyecto (sin IVA) por categoría, así como el coste total.

7.2.2 Recursos utilizados

Previo al detalle del coste de los materiales utilizados hay que mencionar que para el desarrollo del proyecto se utiliza un ordenador de sobremesa para el programador, en cuyo precio no va incluido el sistema operativo (Windows 10). Mientras que al resto del personal se le asigna un portátil a cada uno, en cuyo coste va asociado el precio de la licencia de Windows 10.

Por otro lado, Android Studio y TomsPlanner son herramientas de software libre. Y Wikitude ofrece una licencia gratuita con una marca de agua. Por lo que no se tienen en cuenta para el cálculo de presupuesto.

En la *Tabla 5* se muestra el precio de los recursos imputados en el proyecto teniendo en cuenta la amortización de cada producto, cuyo cálculo sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Coste imputable al proyecto} = \frac{\text{Coste Unidad} * \text{Cantidad} * \text{Periodo de uso}}{\text{Amortización}}$$

RECURSO	COSTE UNIDAD (SIN IVA)	CANTIDAD	PERIODO DE USO (MESES)	AMORTIZACION	COSTE AL PROYECTO
Adobe Photoshop	229,35 €	1	5	60	19,11 €
Microsoft Office 360	106,18 €	4	7,5	60	53,09 €
Windows 10	204,61 €	1	7,5	48	31,97 €
Huawei P9 Lite	181,70 €	1	5	36	25,24 €
Cable MicroUSB	2,71 €	1	5	72	0,19 €
Portátil Vostro 15 3568	283,61 €	3	4	48	70,90 €
Ordenador sobremesa	624,10 €	1	5	60	52,01 €
TOTAL					252,51 €

Tabla 5. Tabla de costes de recursos del proyecto

De las *Tablas 4* y *5* podemos deducir el coste total del proyecto:

$$10.940€ + 252,51€ = 11192,51€$$

ANEXO A: ENGLISH SUMMARY

Android

Android is the most widely used operating system for smart mobile devices in the world.

Operating system

This platform differs with respect to IOS and Windows Phone (the other two most used operating systems behind Android) in that it offers an open market of applications. This means that any user can develop content in the form of APK applications and trade with them. In fact, there is more documentation available on the internet for design and development with Android.

Figure 2 shows the percentage of devices that operate on Android with respect to the rest of the platforms.

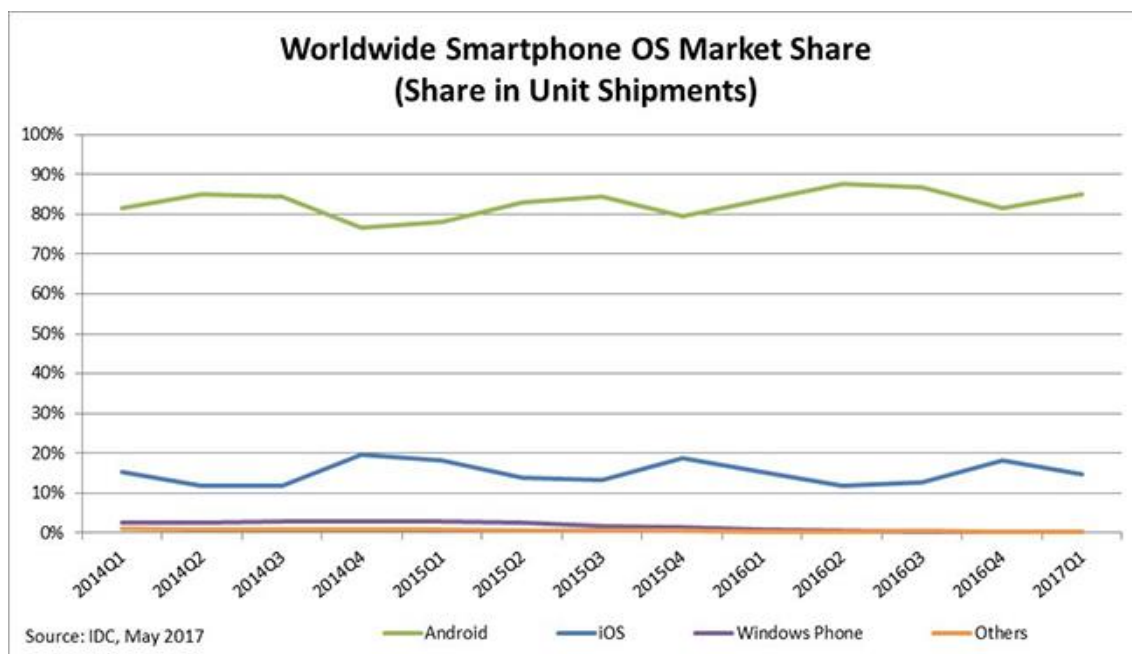


Figure 2, Global market share of Smartphone operating systems (measured in shipments), May 2017. [5]

As it can be seen, Android is overwhelmingly above its main competitors, hoarding 85% of the market. What makes this platform the most attractive option on which to develop an application, since you have the possibility to reach the big majority of users with Smartphone.

In addition, we must bear in mind that since 2016, Android is the only operating system whose figures continue to increase, while in the rest they decrease.

These are the reasons why the technical development of this project has been decided on Android.

Minimum and target version

One of the first steps when starting an Android application project is to carefully study the control version on which it will be developed. This is important so that it has the greatest possible scope in terms of the number of potential downloads.

Additionally, the API level is a critical component due to the following:

- *"Users must have specific information about the version of the app installed on their devices and the update versions available for installation."* [6]
- *"Other apps, including those that you post as a set, should consult the system regarding the version of your app to determine compatibility and identify dependencies."* [6]
- *"It is possible that the services through which you will publish your apps should also consult your app to know its version, in order to be able to show it to users. It may also be necessary for a publishing service to verify the version of your app to determine compatibility and establish change relationships to earlier or later versions."* [6]

There are two levels of API configuration:

- Minimum version, technically known as `minSdkVersion`, which defines the minimum version of Android on which the application can be executed.
- Target version, technically known as `targetSdkVersion`, indicates the level of specific API with which the application is designed to function correctly.

In *Figure 3* it can be seen that between 2017 and 2018 (the time interval in which this project is carried out) the "Ice Cream Sandwich" version and earlier ones suppose a market rate of negligible. This minimizes the impact of choosing level 15 (or lower) as the minimum API level.

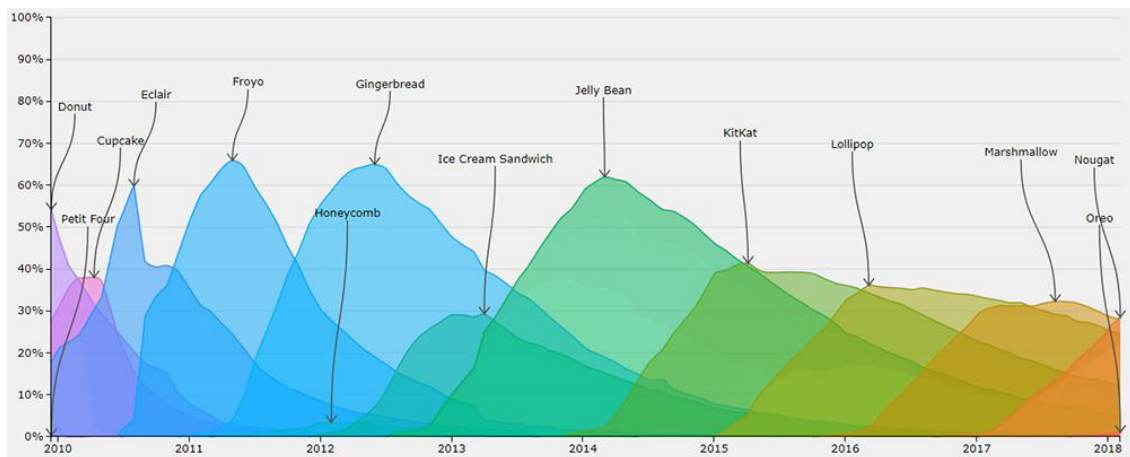


Figure 3, Market share of Android versions, between 2010 and 2018. [7]

Table 1 establishes a relation between the platform version, API level and the commercial name of the version.

Platform version	API level	Version code
Android 8.0	26	OREO
Android 7.1.2	25	NOUGAT
Android 7.0	24	
Android 6.0	23	MARSHMALLOW
Android 5.1	22	LOLLIPOP_MR1
Android 5.0	21	LOLLIPOP
Android 4.4W	20	KITKAT_WATCH
Android 4.4	19	KITKAT
Android 4.3	18	JELLY_BEAN_MR2
Android 4.2 y 4.2.2	17	JELLY_BEAN_MR1
Android 4.1 y 4.1.1	16	JELLY_BEAN
Android 4.0.3 y 4.0.4	15	ICE_CREAM_SANDWICH_MR1
Android 4.0, 4.0.1 y 4.0.2	14	ICE_CREAM_SANDWICH
Android 3.2	13	HONEYCOMB_MR2
Android 3.1.x	12	HONEYCOMB_MR1
Android 3.0.x	11	HONEYCOMB
Android 2.3.4	10	GINGERBREAD_MR1
Android 2.3.3		
Android 2.3.2	9	GINGERBREAD
Android 2.3.1		
Android 2.3		
Android 2.2.x	8	FROYO
Android 2.1.x	7	ECLAIR_MR1
Android 2.0.1	6	ECLAIR_0_1

Android 2.0	5	ECLAIR
Android 1.6	4	DONUT
Android 1.5	3	CUPCAKE
Android 1.1	2	BASE_1_1
Android 1.0	1	BASE

Table 1, platform version, API level and commercial name of the version

For this project, the decision has been taken with a view to the future, choosing API level 19 as the minimum level. And the most updated version of Android (Android Oreo 8.0 API: 26) as the target version.

Augmented Reality on Android

The main uses and examples of applications that are given to the technology of Augmented Reality in Android are the following:

- Education: A more interactive way to present educational content to children and young students.
 - Star Walk 2 of Vito Technology, is an interactive astronomical guide that allows you to explore stars, constellations, planets and satellites focusing the camera of the mobile to the sky. An screenshot of the application is presented in *Figure 4*.



Figure 4, screenshot of "Star Walk 2".

- Location: As an extra element that facilitates the user's orientation when looking for an establishment on the map.

- Wikitude: Use Augmented Reality to make the location of points of interest easier. An example of the possibilities offered by this application can be seen in the advertising image shown in *Figure 5*.



Figure 5, advertising image of "Wikitude".

Additionally, Wikitude offers an SDK that allows other developments, and is the one used for this Final Degree Project.

- Engineering: Tool to support the design of plans, products, materials or electronic components. Also to present results in a more attractive way.
- Advertising: Another way to impact the public with a different experience when it comes to showing a product.

A good example of application that is used in the fields of the last two points is:

- Augment 3D: It has a catalog of objects that you can mount on a real space. These objects can be encoded in cards that the application itself detects and transforms into a three-dimensional element. In Figure 6 it can be seen a capture of the running application.

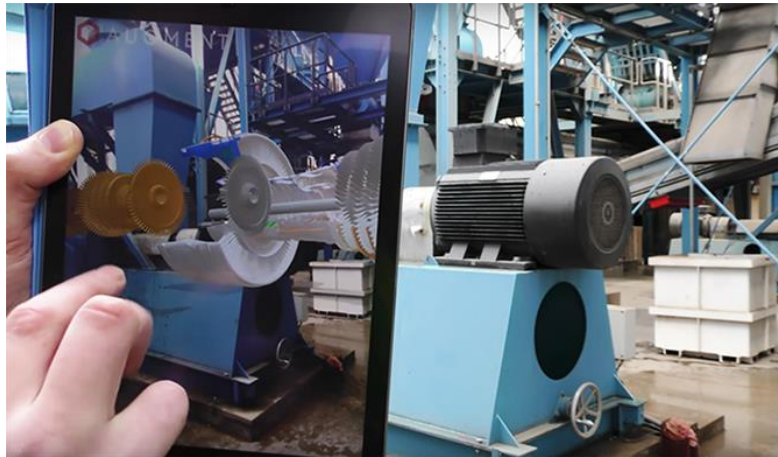


Figure 6, photograph of a Tablet with "Augment 3D" in use.

- Videogames: One more way to entertain the user.
 - Ingress: This is a geolocation game that exploits the full potential of "Google Maps" [8] so that the user experiences a research adventure. A snapshot of the promotional video of the tool is shown in *Figure 7*.

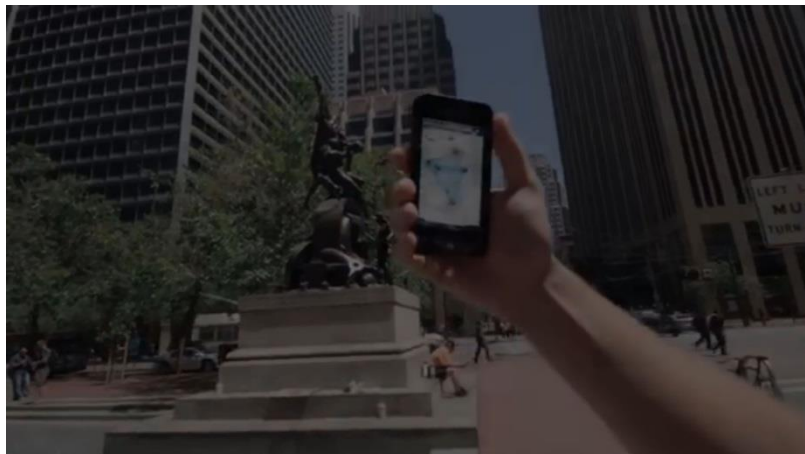


Illustration 7, Ingress promotional video capture [9].

- Pokémon Go: One of the best known video games in the Android market. It also uses geolocation to disperse creatures invented around the world, which are displayed on the screen as an animated 3-dimensional object. The objective is to capture these creatures by throwing a ball at their head, as shown in *Figure 8*.

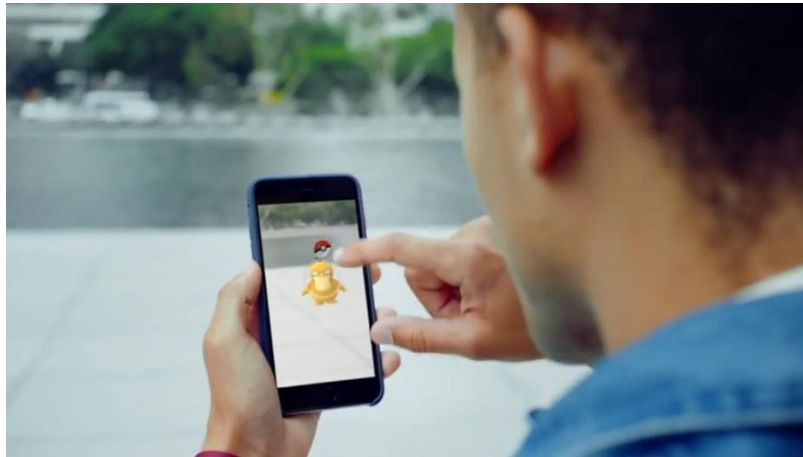


Figure 8, promotional video capture of Pokémon Go [10].

In all cases, these applications have exceeded one million downloads in the Android "Play Store" [11]. With what can be concluded that the greatest socio-economic potential of the Augmented Reality is his implementation in the creation of a videogame.

More specifically, in the case of the examples exposed of video games, these figures are increased, reaching over 10 million downloads in the case of "Ingress" and 100 million in the case of "Pokémon Go", which obtained in 2016 the awards:

- The Game Award for the Best Portable Game / For Mobile Devices. Organized by Geoff Keighley, who was the developer of the now defunct "Spike VGA / VGXs" awards.
- The Game Award for the Best Family Game.
- BAFTA Video Game Awards for the Best Mobile or Portable Game. Awarded by the BAFTA (British Academy of Motion Picture Arts and Television).

Wikitude SDK

As a result of the impact of geolocation and mapping on Android technology in 2017, the Wikitude team launched a tool development platform with Augmented Reality technology, called SLAM.

Once they verified that SLAM settled in the market, they designed a new platform called SMART that is an API that integrates ARKit, ARCore the old SLAM API in a single augmented reality SDK and for any device.

This Augmented Reality platform ensures reach to a range of devices that covers 92.6% of iOS devices and about 35% of Android devices available in the market. It also makes ARKit and ARCore technologies accessible by working with JavaScript, Unity, Xamarin, Titanium, PhoneGap, and Cordova.

The use of these softwares in the development of this Final Degree Project has been implemented through JavaScript.

Games to exercise memory

There are multiple exercises to avoid cognitive decline, many of these are games that allow you to train specific types of memory or a combination of them.

It is common to divide the types of memory into three groups:

- Short-term memory. [12]
- Sensory or work memory, which can be divided into echoic memory (auditory sensory) and iconic memory (visual sensory). [12]
- Long-term memory, which we can subdivide into episodic, semantic, procedural, implicit, explicit and declarative memory. [12]

To exploit the augmented reality to the maximum in the creation of the tool of this project has been chosen a card game that trains the visual sensorial memory.

Regulatory framework

The Android application complies with the Organic Law 15/1999 of December 13 on the Protection of Personal Data, (LOPD) [13], avoiding to store on the device or in a database any data that could endanger the privacy of the user.

As mentioned in previous sections, the Android Studio and TomsPlanner tools are a free distribution software that can be used without limitation.

On the other hand, the Wikitude API offers a free fully functional development license but includes a watermark in the camera view.

Licenses for Windows 10, Microsoft Office and Photoshop are licenses that were already paid prior to the completion of this project.

For the design of the application, images and music of free distribution and commercial use have been used, with the requirement to mention the link where said image is available:

- Background used for buttons [14].
- Design of poker cards, for the game and the "Play" button [15]. Author: Charles.
- Gear logo, for the settings button [16].
- Question mark, for the help button [17]. Author: Alex Dumitru.

- Song to decorate the game [18]. "Emotion", Author: Matti Paalanen.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Digi-Capital”, 2017. Accesible en:
<https://www.digi-capital.com/news/2015/04/augmentedvirtual-reality-to-hit-150-billion-disrupting-mobile-by-2020/#.WoTVSK7ibIV> [Último acceso: Febrero 2018].
- [2] “Cine 3D”, Wikipedia, 2017. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Cine_3D [Último acceso: Febrero 2018].
- [3] “Wikitude SDK”. Enlace:
<https://www.wikitude.com/> [Último acceso: Febrero 2018].
- [4] “TomsPlanner”, Disponible en:
<https://www.tomsplanner.es/> [Último acceso: Febrero 2018].
- [5] “Cuota mundial de mercado de sistemas operativos de Smartphone (medido en envíos)”, Mayo 2017. Fuente:
<https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/RESOURCES/IMAGES/chart-ww-smartphone-os-market-share.jpg>
- [6] Restricciones de control de versiones Android, Enlace:
<https://developer.android.com/studio/publish/versioning.html?hl=es-419> [Último acceso: Febrero 2018].
- [7] “Cuota de mercado de versiones de Android, entre 2010 y 2018”, Artículo de internet. Web:
<https://www.xatakandroid.com/mercado/la-fragmentacion-en-android-la-ultima-version-en-llegar-al-50-de-cuota-de-mercado-fue-jelly-bean> [Último acceso: Febrero 2018]
- [8] “Google Maps”, servidor de aplicaciones de mapas en la web. Disponible en:
<https://maps.google.com/> [Último acceso: Febrero 2018].
- [9] “The Trail Starts Here...” video promocional de Ingress, 2012. Visualizable en:
https://www.youtube.com/watch?time_continue=18&v=NyE-KkNLmH0 [Último acceso: Febrero 2018].
- [10] “Pokémon GO - ¡Levántate y ve!", video promocional de Pokémon Go, 2016. Visualizable en:
<https://www.youtube.com/watch?v=HdkWhoBs8BE> [Último acceso: Febrero 2018].
- [11] “Play Store”, Plataforma de distribución digital de aplicaciones móviles para los dispositivos con sistema operativo Android. Acceso:
<https://play.google.com/store/apps?hl=es> [Último acceso: Febrero 2018].

[12] “Artículo online sobre la memoria”, Enlace:

<http://www.esalud.com/la-memoria/> [Último acceso: Febrero 2018].

[13] “Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, (LOPD)” Disponible en:

http://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/legislacion/estatal/common/pdfs/2014/Ley_Organica_15-1999_de_13_de_diciembre_de_Proteccion_de_Datos_Consolidado.pdf [Último acceso: Febrero 2018].

[14] “Fondo utilizado para botones”, Disponible en:

<https://www.flickr.com/photos/mandpi/14311269075/in/photolist-nNCZGx-nkxAmP-TnpR8n-Lrqt3a-BJeQKy-hr5tqF-8Venaa-RXUc8i-Vsta59-F1xChE-taSb34-77s4mK-tx1PfZ-SC381e-RA1p2t-4ucBhU-brxTYg-kPSKLB-yRgQvb-JGc3gt-nA7i9P-fSX2ZK-fLQLGH-hl85c-bBTATY-r3VJpr-nvj897-npqCSm-EiZcq7-GYMe8s-Gtg9DV-HkFf4s-Suja-7h7HKf-tzyDsf-8LtZwc-aBeb8y-ofHxJ-faMhbJ-btbudv-cqt5jL-8TXKkQ-kpfp3Q-nn36xf-xpzYt-dQWq77-6anohm-zCugp2-bWWwyo-b8yt4k>

[15] “Diseño de cartas de póker, para el juego y el botón de ‘Jugar’.”, 2012. Accesible en:

<http://www.snap2objects.com/2012/01/free-vector-playing-cards-deck/> [Último acceso: Febrero 2018].

[16] “Logo de engranaje, para el botón de ajustes”, Disponible en:

https://www.freepik.es/vector-gratis/engranajes-de-engranaje-de-metal-mecanismos-ingenieros-industriales-ilustracion-vectorial-cartel_1158819.htm [Último acceso: Febrero 2018].

[17] “Logo de interrogación, para el botón de ayuda”, Enlace:

<https://www.vecteezy.com/vector-icons/49095-free-vector-of-the-day-142-question-mark-concept> [Último acceso: Febrero 2018].

[18] “Canción para ambientar el juego”, ‘Emotion’ de Matti Paalanen. Disponible en:

<https://www.jamendo.com/track/1209658/emotion> [Último acceso: Febrero 2018].

[19] “como crear actividad preferencias Android”, Abril 2015. Enlace:

<http://www.hermosaprogramacion.com/2015/04/como-crear-actividad-preferencias-android/> [Último acceso: Febrero 2018].

[20] “JSON”, 2014. Referencia:

<http://www.oracle.com/technetwork/es/articles/java/api-java-para-json-2251318-esa.html> [Último acceso: Febrero 2018].

[21] “Guía de usabilidad para aplicaciones móviles”

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123524.pdf> [Último acceso: Febrero 2018].

[22] “Surery Monkey”, herramienta para realizar la encuesta de evaluación de la aplicación. Servicio web:

<https://es.surveymonkey.com/> [Último acceso: Febrero 2018].

[23] “Alzheimer”, Enfermedad neurodegenerativa.

https://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad_de_Alzheimer#cite_note-1 [Último acceso: Febrero 2018].

[24] “Ortoweb”, incidencia anual de la demencia según la edad. Disponible en:

<https://www.ortoweb.com/podcast/19-el-alzheimer-en-cifras-informes-y-estadisticas/>
[Último acceso: Febrero 2018].